

maj 1995

4 zł 20 gr
42.000,- zł

5

ELEKTRONIK ELEKTOR

MIESIĘCZNIK DLA ELEKTRONIKÓW

GENERATOR FUNKCYJNY NA PROCESORZE DSP

Analizator MIDI

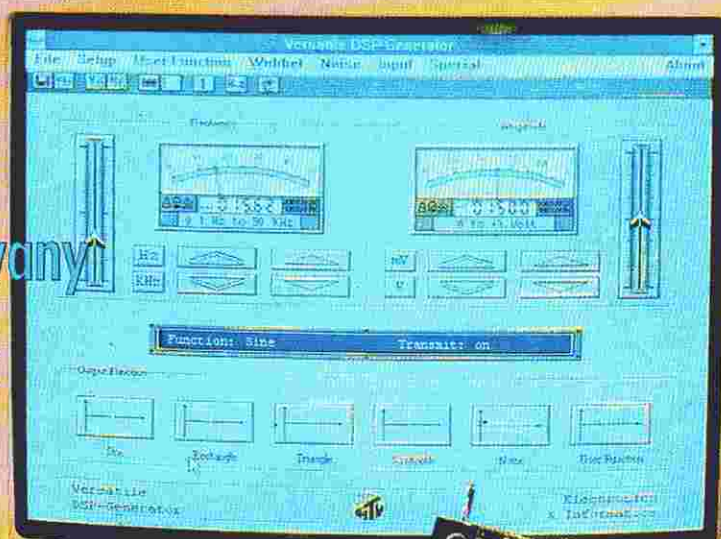
Przełącznik sterowany
telefonicznie

Programowalny
generator
przebiegów
sinusoidalnych

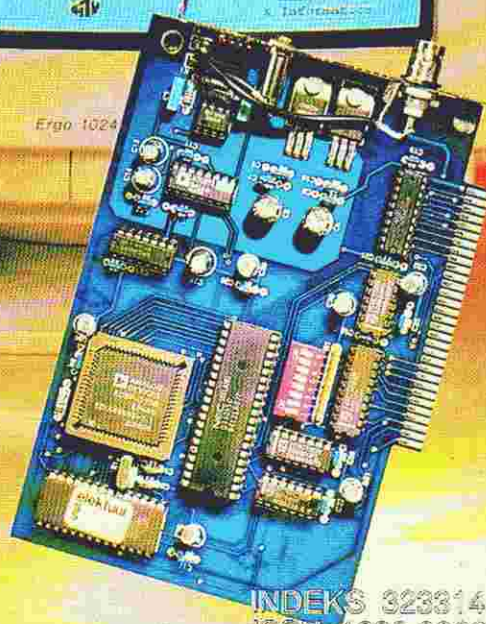
Systemy pomiarowe audio
sterowane komputerowo

Elektroniczne know-how:
Akumulatory alkaliczne

HEWLETT
PACKARD



Ergo 1024



INDEKS 323314
ISSN 1230-9382

ELEKTRONIK
ELEKTOR

- Z KOREI POŁUDNIOWEJ...



Zestaw pomiarowy MX9000

Cena 990 zł
Zestaw zawiera 4 przyrządy w jednej obudowie (licznik częstotliwości, multimetr cyfrowy, generator funkcyjny i zasilacz stabilizowany). Jest przeznaczony do zastosowań w przemyśle, laboratoriach uczelniowych i pracowniach szkolnych. Masa 11kg.

Licznik częstotliwości:

- odczyt 8 cyfr przy zakresie pomiaru 1Hz...100MHz
- czułość wejścia < 25mV_{rms}
- rozdzielczość pomiaru 0,1; 1; 10; 100 Hz
- niedokładność pomiaru = (1Hz + 1 cyfra + TBo)
- wzorzec częstotliwości 10MHz, 5ppm

Multimetr cyfrowy:

- odczyt 3 1/2 cyfry LCD. Pomiar DC V, AC V, R, DC A, AC A
- autotestowy zakres pom. z funkcją -MEN i DATA HOLD
- niedokładność pomiaru = (0,5% + 2 cyfry)

Generator funkcyjny:

- sygnał wyjściowy sinus, prostokąt, trójkąt, TTL
- zakres częstotliwości 0,02Hz...2MHz
- napięcie wyjściowe sygnału 0,1...20Vpp (open load)
- funkcja LINEAR/LOG SWEEP (20ms...2s), VCF

Zasilacz stabilizowany:

- 3 niezależne napięcia wyjściowe 5V/2A, 15V/1A
- (0...50)V/0,5A regulowane, z zabezpieczeniem przeciwzwarciowym



Licznik częstotliwości MX1100F

Cena 470 zł
Przyrząd wygodny w obsłudze, przeznaczony do zastosowań w przemyśle, laboratoriach pomiarowych, uczelniach, szkołach. Masa 2,2kg.

- zakres pomiaru: kanał A (1Hz...100MHz), kanał B (70MHz...1GHz)
- czułość wejścia: <25mV_{rms}
- maksymalne napięcie wejściowe: kanał A <150V, kanał B <5V
- niedokładność pomiaru = (1Hz + 1 cyfra + TBo)
- wzorzec częstotliwości: 10MHz/7,8125MHz, 5ppm
- odczyt 8-cyfrowy LED



Generator funkcyjny MX2020

Cena 490 zł
Przyrząd jest przeznaczony do zastosowań w przemyśle i laboratoriach jako źródło wzorcowych sygnałów o różnym kształcie, również sygnału audio. Masa 3kg.

- sygnał wyjściowy: sinus, prostokąt, trójkąt, impuls, TTL
- generacja częstotliwości 0,02Hz...2MHz (7 zakresów)
- napięcie wyjściowe: 2V...20Vpp (open load)
- zniekształcenia nieliniowe sygnału sinus: <1%
- funkcja LINEAR/LOG SWEEP (20ms...2s), funkcja VCF INPUT (0...10V), pomiar częstotliwości zewnętrznej (1Hz...9999kHz)

- I Z POLSKI...

APARATURA SERWISOWA RTV...

M-07D Selektowny miernik poziomu sygnału antenowego z programowaniem sekwencji 40 kanałów

Cena 1.265 zł
zakres częstotliwości: 46...863MHz
poświadczenie: 0,25MHz
dokładność wskazań częstotliwości: ±15kHz
impedancja wejściowa: 75Ω
zakres pomiaru poziomu: 40...120dB (100μV...1V)
dokładność pomiaru: 2dB
zasilanie: 220V, 50Hz lub ok. 3 godz. z wbudowaną baterią akum.
Możliwość połączenia przez RS drukarki przenośnej w celu wydruku pomiarów lub widma mierzonego pasma.
masa: 1,8kg

ELEM-9 Analizator-miernik poziomu sygnału antenowego

Cena 1.800 zł
zakres częstotliwości: 46...863MHz
wskazywany poziom na analizatorze 40...90dB (100mV...32mV)
zakres wskazywanych widm: 232MHz z rozdzielczością 1MHz, 58MHz z rozdzielczością 0,25MHz oba zakresy ustawiane w dowolnym odcinku widma.
wskazania cyfrowe: poziom w dB w zakresie 40...120dB, numer kanału częstotliwości mierzonego sygnału i podnośnej toni
impedancja wejściowa: 75Ω
wyjścia kontrolne: sygnał VIDEO, 1Vp, sygnał AUDIO, 0,8Vsk
zasilanie: 220V, 50Hz lub ok. 2 godz. z wbudowaną baterią akum.
masa: 2,6 kg

G-08 Generator sygnałów TV

Cena 1.050 zł
Służy do testowania sprzętu telewizyjnego naziemnej, kablowej i satelitarnej.
zakres częstotliwości: 135...855,75MHz i 1850...2050MHz
zakres podnośnej toni: 4800kHz...7600kHz
systemy chrominancji: PAL B, G, J, SECAM D, K, NTSC N.M
nastawy wskazywane na wyświetlacz LCD
zasilanie: 190...240V, 50...60Hz.
Generator posiada bogaty zestaw testów obrazowych, test telegazety oraz wyjście



sygnałów dodatkowych.

G11 Generator serwisowy TV

Cena 300 zł
Testor serwisowy telewizorów czarno-białych i kolorowych PAL. Podnośne toni 5,5 i 6,5MHz. Pełny zakres telewizji naziemnej i kablowej. Duży wybór testów łączny z kolektorem.

masa: 1,1kg
Przyrząd do reaktywacji i badania kineskopów TV
(wykonanie na zamówienie - opis w EP 3/94 "Info kraj")

- Cena 266 zł
W wyposażeniu standardowym znajdują się podstawki do kineskopów:
1. czarno-biały standardowy
2. czarno-biały typu Vela, Junost
3. kolorowy typu Delta (Rubin 714, seria 140X itp.)
4. kolorowy typu PIL (Jowisz, seria 150X itp.)
5. kolorowy typu PIL-S4 (Helios, Elektron CZ80/380, seria 400X, 700X itp.)
Na dodatkowe zamówienie dostarczamy:
6. kolorowy typu 30AX (seria 500X0, cena 21 zł)
7. kolorowy typu 45AX z szybką o 22,5mm, cena 27 zł
8. kolorowy typu Trinitron, cena 19 zł
9. kolorowy typu 25LK2C (Elektronika 432), głośnica z przełączaniem na dwie odmiany,

cena 35 zł
10. kolorowy typu 45AX z szybką o 29mm (El-emis itp.),
cena 21 zł

Generator sygnałowy AM/FM PGS-21

Cena 1.380 zł



Przyrząd laboratoryjny stanowiący źródło sygnału sinusoidalnego modulowanego amplitudowo i częstotliwościowo z możliwością modulacji sygnałem stereofonicznym. Automatyczny cyfrowy pomiar częstotliwości wewnętrznej i zewnętrznej.
zakres częstotliwości: 64kHz...130MHz
napięcie wyjściowe: 1μV...1V
modulacja AM: 20Hz...20kHz
modulacja FM: 20Hz...60kHz
impedancja źródła 50Ω
wymiar: 140x44x55mm.

INNE...

POF-10 Generator funkcyjny - wobulator

Cena 680 zł



Zakres częstotliwości: 0,01Hz - 12MHz
Napięcie wyjściowe 20V (10V na obc. 50Ω)
Wewnętrzne wobulowanie liniowe i logarytmiczne
Zewnętrzne przestrajanie częstotliwości: 1000:1
Możliwość generowania pojedynczego impulsu lub grupy z regulacją fazy i symetrii
OFFSET ±10V
masa: 6,5kg

PGP-5A Generator impulsowy

Cena 450 zł
zakres częstotliwości: 0,5Hz - 50MHz
szerokość impulsów: 10ns - 200ns
opóźnienie impulsów: 20ns - 200ns
czas narastania (obciążenie): 5ns
dopasowane nap. wyj.: 5V
rezystancja wyjściowa: 50Ω
masa: 6,5kg

L-12 Częściomierz-czasomierz

Cena 670 zł



Jest nowoczesnym, wielofunkcyjnym urządzeniem opartym na technice mikroprocesorowej. Posiada cztery wejścia. Mierzy częstotliwość, okres, szerokość impulsu.
zakres pomiaru częstotl.: 0,5Hz...1,1GHz
szybki (1...1,5s) odczyt na wszystkich częstotliwościach z dokładnością 5x10⁻⁷
czułość: 30mV
zakres pomiarowy czasu: 1μs...2500s
wymiar: 85x245x250mm.
Posiada ośmiocyfrowy wyświetlacz LED.

Z-183 Programowany kalibrator napięć

Cena 2.050 zł



zakres napięć wyjściowych 0...1000V w pięciu zakresach
prąd obciążenia: 0...20mA
zasilanie: 220V, 90VA
masa: 20kg
IEC-625 (wbudowany interfejs)

Multimetry laboratoryjne

V-543 Multimetr cyfrowy

Cena 520 zł

Zakres pomiarowy

AC, DC 10μV...1000V
rezystancja 0,1Ω...10MΩ
Dokładność pomiaru:
DC <0,05%
AC <0,15% przy 20kHz
R <0,1%

wskaznik 5 cyfrowy LED

masa: 7,5kg

V-545 Multimetr cyfrowy

Cena 1.610 zł

Zakres pomiarowy:

DC 1μV...1000V

AC 10μV...1000V

R 10mΩ...10MΩ

Dokładność pomiaru:

DC <0,04%

AC <0,2% przy 100kHz

R <0,17%

Rozdzielczość: 0,001% pełnej skali

automatyczne przełączanie zakresów oraz

możliwość zdalnego programowania

masa: 8kg

V-563 Mikroprocesorowy multimetr

Cena 2.300 zł

Programowalny, systemowy multimetr cyfrowy

do pomiaru napięć stałych, zmiennych (true

RMS) i rezystancji

Zakres:

DC 1μV...1000V

AC 10μV...1000V

R 10mΩ...10MΩ

Dokładność pomiaru:

DC <±0,02% ±2 cyfry

AC <±0,5% ±20 cyfr (do 100kHz)

wbudowany interfejs IEC-625

masa: 9kg

Moduły RTV

Dekoder PAL-SECAM typ DE

Cena 21 zł

Jest to moduł do OTVC radzieckich z płytą dekodera MC-2, który może być wstawiany w miejsce zainstalowanego w telewizorze.

Dekoder PAL typ DM-03

Cena 22 zł

Służy do przystosowania do odbioru w systemie PAL-SECAM wszystkich OTVC produkcji polskiej oraz odbiorników radzieckich opartych na technice półprzewodnikowej. Wykonany techniką SMD. Dostarczany z instrukcją montażu.

Dekoder PAL typ DK

Cena 12 zł

Jest to moduł do OTVC radzieckich z płytą dekodera MC-31, który może być wstawiany w miejsce zainstalowanego w telewizorze.

Kwarcowy konwerter typ KSP CCIR/OIRT do odbiorników samochod.

Cena 8,5 zł

Służy do montażu pomiędzy anteną a odbiornikiem radiowym, zasilany z akumulatora 12V. Umożliwia odbiór audycji radiowych w pasmach 65-73MHz i 88-108MHz.

Fonia wydzielona typ FWQ

Cena 7,5 zł

Wykonane techniką SMD z generatorem kwarcowym. Stosowane również w OTVC pracujących w sieciach telewizji kablowej. Instrukcja do opakowania.

Fonia wydzielona typ FWL

Cena 6,9 zł

Wykonana techniką SMD, przeznaczona do OTVC pracujących w sieciach telewizji kablowej. Instrukcja do opakowania.

Fonia równoległa typ FRN

Cena 5,5 zł

Służy do przestrojenia OTVC i magnetowidów nie posiadających toni 6,5MHz. Zamieniając miejscami filtry F1-5,3MHz i F2-6,5MHz tonie równoległe można zastosować w OTVC produkcji polskiej i radzieckiej w celu przystosowania do odbioru toni 5,5MHz. Dostarczana z instrukcją montażu.

Konwerter toni 1MHz typ KF

Cena 3,5 zł

Wykonana techniką SMD generator 1MHz i mieszacz (wersja foni z wyjściem 5,5MHz lub 6,5MHz).

Zestaw do odbioru dowolnego teletextu nadawanego przez TYP, kablów lub satelitarny na PC

- karta z oprogramowaniem, v. 4.0.

Cena 150 zł

- tuner TVT wersja podstawowa

Cena 275 zł

Minimalne wymagania sprzętowe:

- komputer PC XT

- pamięć RAM 512 kb

- zegar systemowy 6 MHz

- środowisko PC/MS DOS 3.00

Do podanych cen netto należy doliczyć podatek VAT (22%)

Przyrządy są sprzedawane w sklepach AVT (adresy i warunki na str. 97).

OKŁADKA

Żadne szanujące się laboratorium elektroniczne nie może się obejść bez generatora funkcyjnego. Nowoczesny generator, oparty na procesorze DSP i wykonany w postaci wewnętrznej karty do komputera PC, jest sterowany programem pracującym w środowiskach DOS lub Windows

Elektor Elektronik jest miesięcznikiem wydawanym przez AVT-Korporacja Sp. z o.o. 01-939 Warszawa ul. Burleska 9 tel/fax 35-67-67 na licencji wydawnictwa Elektuur B.V.

Red. nac. wyd. polskiego: Piotr Śmietanowski
Korekta merytoryczna: Andrzej Zauszkiewicz
Tłumaczenia: Olgierd Daszkiewicz
Krzysztof Pochwański

Copyright

© Uitgeversmaatschappij Elektuur B.V.
c/o. Intern. Adv. Dept.
P.O. BOX 75
6190 AB BEEK (L)
The NETHERLANDS
tel: +314 638 94 44
FAX: +314 637 01 61

Druk:
HELDRIJK
82-200 Małbork
ul. Partyzantów 3b

RTV I ŁĄCZNOŚĆ

- 13 Cyfrowe radio ASTRA (ADR) część 1

ELEKTRONIKA DLA MUZYKÓW

- 17 Analizator MIDI

OGÓLNE

- 21 Długowieczna lampka nocna
25 Przelącznik sterowany telefonicznie
46 Odstraszacz gryzoni

KOMPUTERY

- 24 Cyfrowe procesory sygnałowe DSP

MIERNICTWO

- 5 Generator funkcyjny na procesorze DSP
43 Programowalny generator przebiegów sinusoidalnych
49 Systemy pomiarowe audio sterowane komputerowo

ZASILANIE

- 30 Tester jakości ogniw NiCd

APLIKACJE

- 37 LMD18245 - pełnomostkowy sterownik silników krokowych

ELEKTRONICZNE KNOW-HOW

- 27 Akumulatory alkaliczne

101 UKŁADÓW

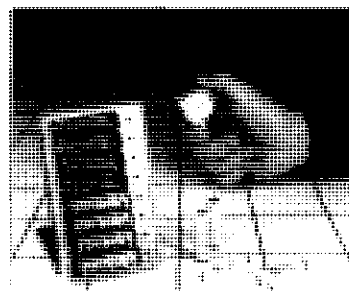
- 57 Szeregowy 12-bitowy przetwornik A/C
58 Nadzorca napięcia
60 Miniatury wskaźnik napięcia akumulatora
61 Odsprężanie

**ELEKTRONIK
ELEKTOR**

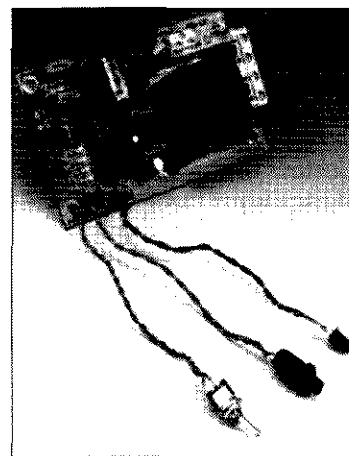
Numer 5 (20)
Maj 1995



Analizator MIDI
str. 17



Tester ogniw NiCd
str. 30



Przelącznik sterowany telefonicznie
str. 41

Ankieta "SPRZĘŻENIE ZWROTNE"

Jestem zainteresowany nabyciem płytek (A) lub kitów (B) wg następujących artykułów (Elektor Elektronik 5/95):

UWAGA! Wyniki tej ankiety służą do ustalenia asortymentu i wielkości oferty handlowej płytek oraz kitów.

Artykuły podstawowe

1. Analizator MIDI
2. Długowieczna lampka nocna
3. Przelącznik sterowany telefonicznie
4. Odstraszacz gryzoni
5. Generator funkcyjny na procesorze DSP
6. Programowalny generator przebiegów sinusoidalnych
7. Tester jakości ogniw NiCd

A	B
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

101 układów

1. Szeregowy 12-bitowy przetwornik A/C
2. Nadzorca napięcia
3. Miniaturowy wskaźnik napięcia akumulatora
4. Odsprężanie

A	B
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

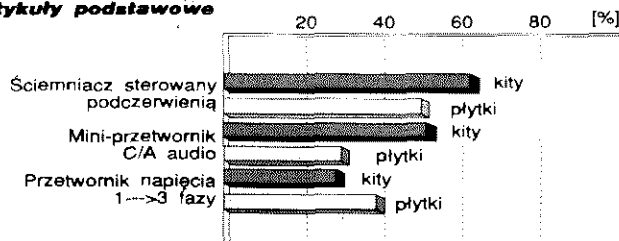
Uwaga: Ankieta służy celom informacyjnym, nie jest zaś traktowana jako zamówienie.

Imię i nazwisko

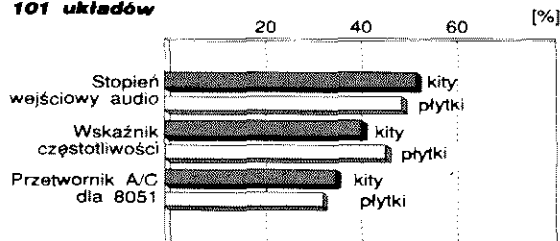
Przedstawiamy wyniki ankiety "Sprzężenie zwrotne" z numeru 3/95 Elektora. Artykuły z grupy zwanej umownie "podstawową" i grupy "101 układów", które cieszyły się wyraźnie większym zainteresowa-

niem Czytelników, wymienione zostały na wykresach. Pozostałe artykuły, które nie zostały na nich uwidocznione, uzyskały nieco mniejszą ilość głosów.

Artykuły podstawowe



101 układów

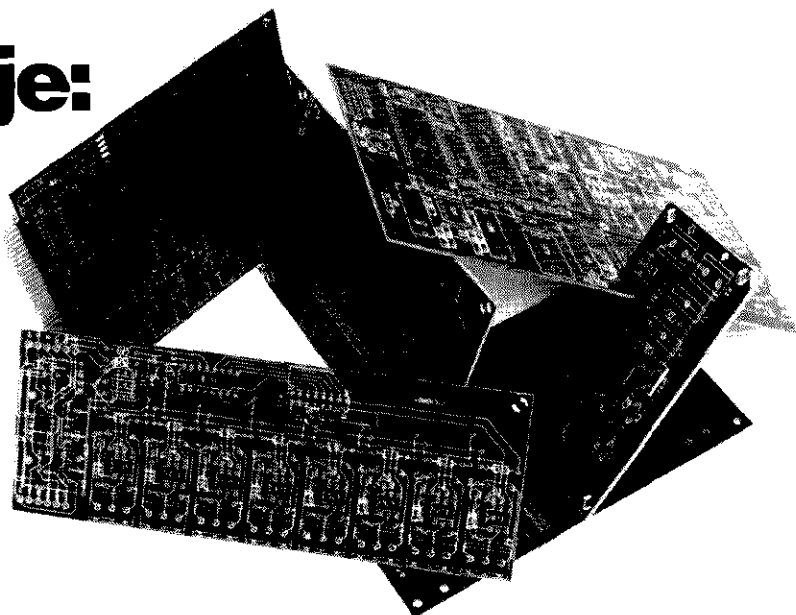


AVT oferuje:

Płytki do projektów opublikowanych w Elektorze - Elektroniku.

Płytki, których symbol jest poprzedzony literą "P", wykonano w Polsce na licencji Elektuur B. V. z zachowaniem standardów jakościowych i technologicznych odpowiadających najostrzejszym wymaganiom oryginalnych norm holenderskich.

Pełna oferta płytek znajduje się na stronie 64.



ELEKTRONIK ELEKTOR

UWAGA! Elektor - Elektronik zaprasza do KRAMIKA!

Kramik - dział drobnych ogłoszeń - zaprasza elektroników (tylko osoby prywatne) do bezpłatnego ogłaszania się w Elektorze. Treść ogłoszenia może być dowolna, jednak musi być związana tematycznie z elektroniką. Ogłoszenia zawierające nie więcej niż 160 znaków będą przyjmowane wyłącznie na kuponach wyciętych z ostatniego wydania Elektora (str. 65).

Kupony należy przysyłać na adres: Elektor-Elektronik, 00-939 Warszawa 86, skr. poczt. 134

GENERATOR FUNKCYJNY NA PROCESORZE DSP



PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE

Zakres częstotliwości:	0,1Hz...20kHz (sinusoida, trójkąt, pila)
Napięcie wyjściowe:	6V _{pp} max.
Kształt przebiegu:	sinusoidalny, trójkątny, prostokątny pilokształtny i szumy
Rozdzielczość:	16 bitów
Program:	DOS lub Win- dows
Układ DSP:	ADSP-2105
Gniazdo wyjściowe:	BNC, jack 3,5mm stereo
Impedancja wyjściowa:	47Ω

cyfrowym, może dokonywać w czasie rzeczywistym operacji "w locie" na sygnale analogowym. DSP używa na przykład instrukcji mikroprocesorowych do mnożenia, wzmacniania, tłumienia lub filtrowania sygnałów analogowych. DSP może też tworzyć pogłos w sygnale muzycznym używając banku pamięci do opóźniania przepływu danych cyfrowych zdigitalizowanego, cyfrowego, sygnału audio i dodając go po opóźnieniu do głównego strumienia danych. Można to oczywiście robić środkami całkowicie analogowymi, na przykład za pomocą pamięci przesuwającej, ale trzeba wtedy borykać się z nieuchronnymi szumami, zniekształceniami itp., które muszą być utrzymywane na minimalnym poziomie.

Zaletą przetwarzania cyfrowego jest to, że zdigitalizowany sygnał analogowy nie traci na jakości w żadnej operacji. W układach analogowych ich nieidealne charakterystyki wywołują zniekształcenia i pogorszenie stosunku sygnału do szumu.

DSP ma też oczywiście swoje niedogodności. Na przykład, maksymalna częstotliwość sygnału analogowego jest ograniczona przez częstotliwość zegarową procesora. W praktyce więc DSP nadaje się najlepiej do przetwarzania sygnałów małej częstotli-

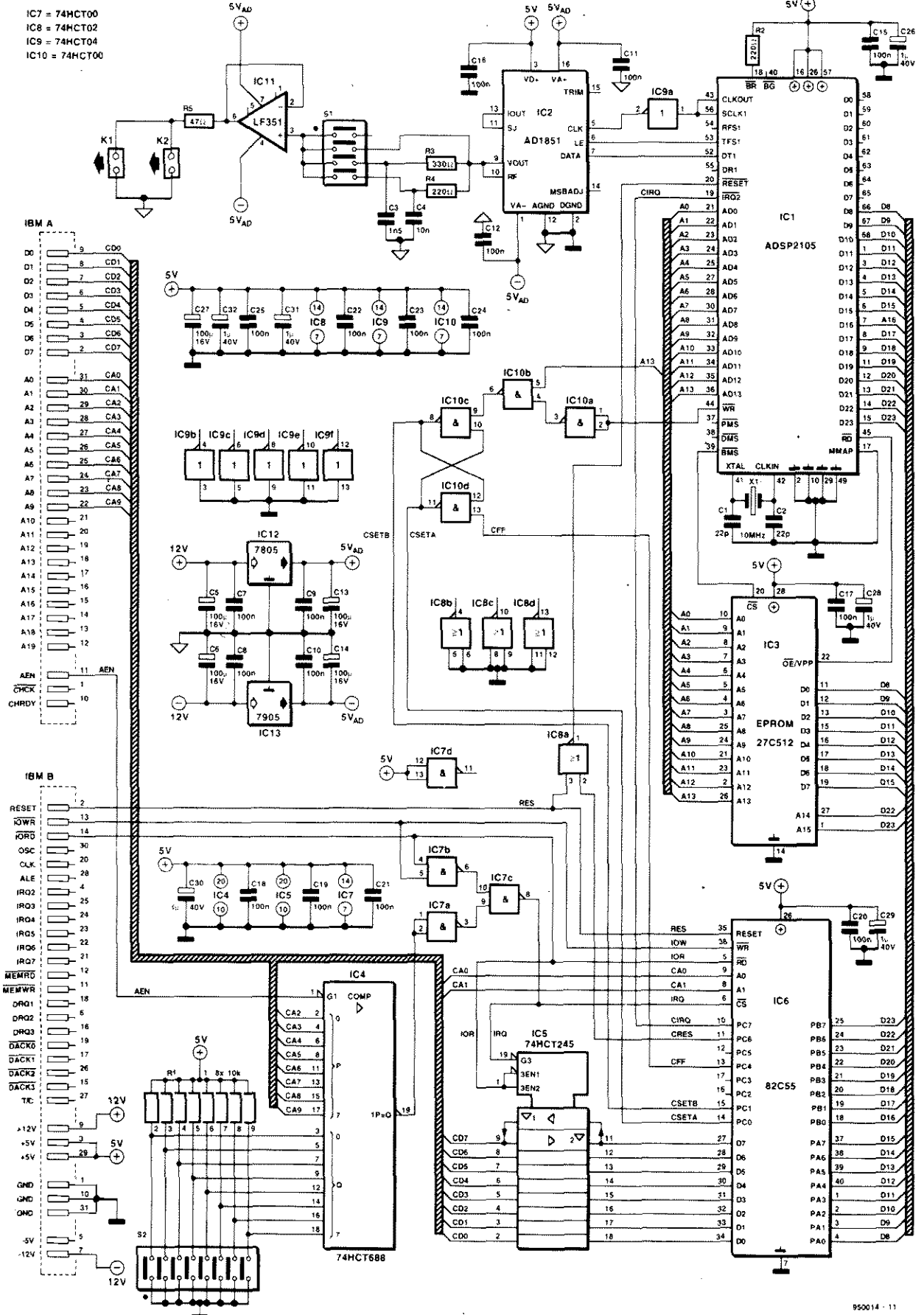
Do wyposażenia każdego szanującego się laboratorium czy warsztatu elektronicznego powinien należeć generator funkcyjny. Przyrząd opisany w tym artykule nie jest standardowym generatorem, z obudową wyposażoną w zestaw pokręteł w płycie czołowej, jest on bowiem kartą wstawianą do komputera, w pełni sterowaną za pośrednictwem programu. Sercem generatora jest cyfrowy procesor sygnałowy (DSP) firmy Analog Devices. Karta jest sterowana dostarczonym na dyskietce programem, działającym w środowisku DOS lub Windows. Wersja Windows umożliwia nawet tworzenie własnych kształtów przebiegu!

P. Hackl, M. Haidinger, R. Leeb i F. Reithuber.

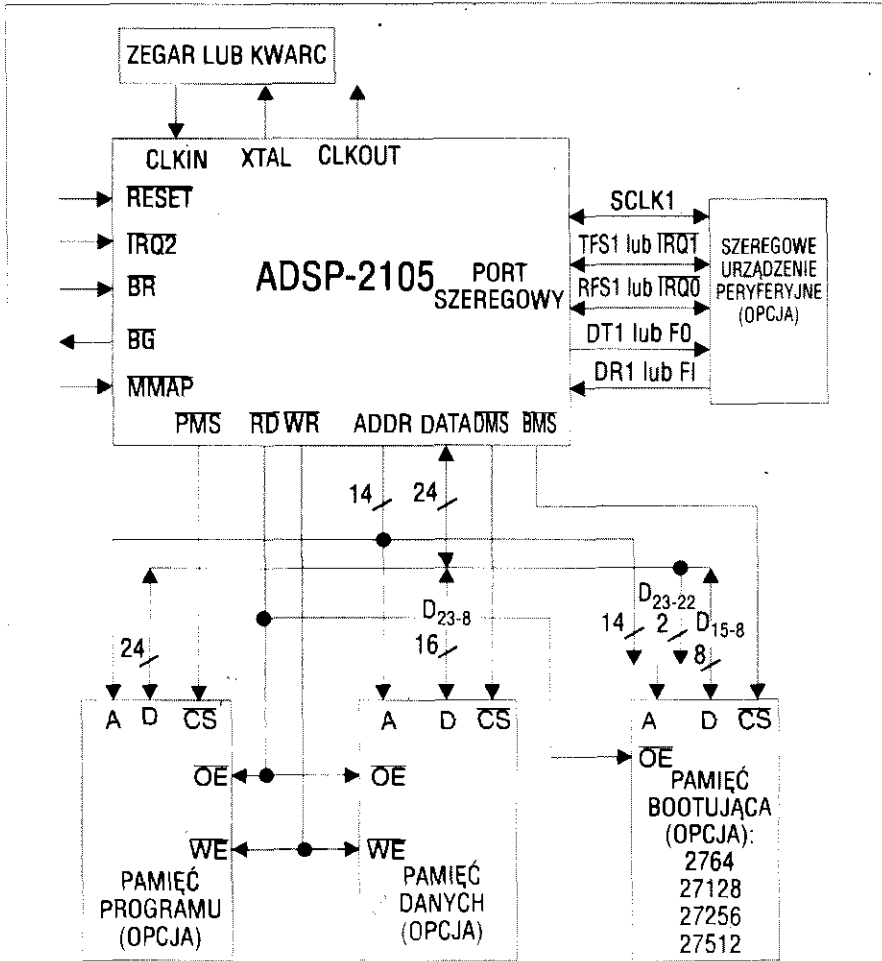
Cyfrowe procesory sygnałowe można spotkać wszędzie tam, gdzie stykają się elektroniczne układy analogowe

i cyfrowe. DSP jest specjalnym rodzajem mikroprocesora, który będąc wprowadzicie urządzeniem całkowicie

Generator funkcyjny na procesorze DSP



Rys. 1. Schemat cyfrowego generatora funkcyjnego. Cyfrowy procesor sygnałowy (DSP) oblicza kształt przebiegu i przesyła go do wysokiej jakości przetwornika C/A PCM (z modulacją kodowo-impulsową).



UWAGA: DWA NAJSTARSZE BITY ADRESU EPROMU INICJUJĄCEGO SĄ RÓWNIEŻ NAJSTARSZYMI BITAMI MAGISTRALI DANYCH. JEST TO WYMAGANE JEDYNIÉ DLA 27256 I 27512

Rys. 2. W przetworniku ADSP-2105 firmy Analog Devices zastosowano magistrale o trzech różnych szerokościach: 8, 16 i 24 bity.

wości, pozostawiając wielkie częstotliwości głęboko zakorzenionym tradycyjnym technikom dyskretnym.

Opis układu

Kompletny schemat cyfrowego generatora funkcji jest przedstawiony na rysunku 1. Układ jest połączony z magistralą komputera, w wyniku czego całe sterowanie odbywa się za pośrednictwem programu. Ważnym układem łączącym system DSP z komputerem jest PPI (programmable peripheral interface) 82C55 (IC6). Głównymi zespołami karty są: właściwy DSP (IC1, ADSP-2105), przetwornik cyfrowo-analogowy typu AD1851 (IC2) i inicjujący (bootstrap) EPROM 27C512 (IC3). Pozostałe elementy układu służą do "sklejenia" tych kluczowych podzespółów.

EPROM jest połączony wyłącznie i bezpośrednio z DSP. EPROM zawiera zespół kodów, które są ładowane do DSP i umożliwiają mu start (boot)

po włączeniu zasilania. Połączenie ośmiu wyjść danych EPROMu z liniami danych D8...D15 DSP, a także fakt nieużywania linii danych D0...D7 DSP nie jest błędem. Trzy 8-bitowe bajty wewnątrz DSP są przetworzone w 24-bitowe słowa, które są następnie przechowywane w pamięci programu. Schemat blokowy, przedstawiony na rysunku 2, pokazuje strukturę układu opartego na ADSP-2105. Startowy EPROM jest 8-bitowy. Pamięć danych i elementy wejść/wyjść są 16-bitowe, zaś pamięć programu 24-bitowa. Wewnętrzna magistrala adresowa ADSP jest zarezerwowana do sterowania EPROMem. Oprócz tego A13 i WR są używane do generacji sygnału potwierdzenia za pośrednictwem przerzutnika, złożonego z czterech bramek NAND. Sygnał potwierdzenia jest używany przez procesor do sygnalizacji, że polecenie lub instrukcja zostały zrozumiane. Komputer otrzymuje sygnał potwierdzenia (CSTE A i CSTE B) za pośrednictwem PPI 82C55. Odpo-

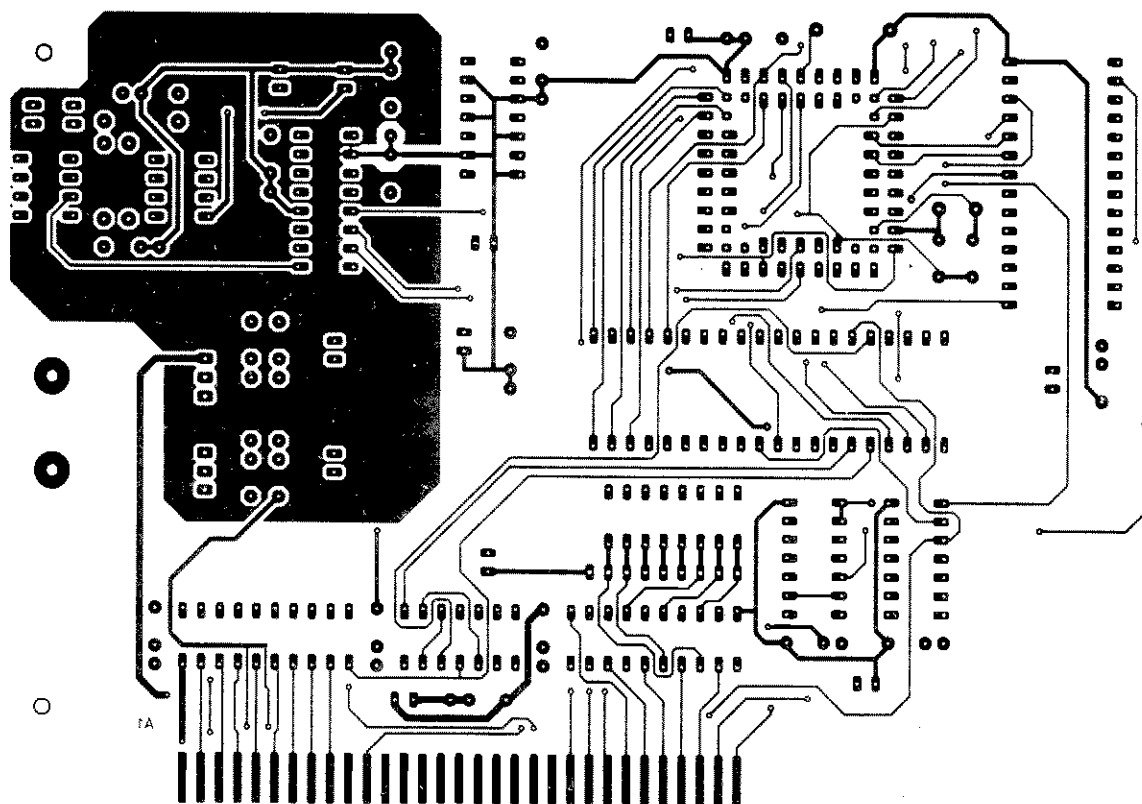
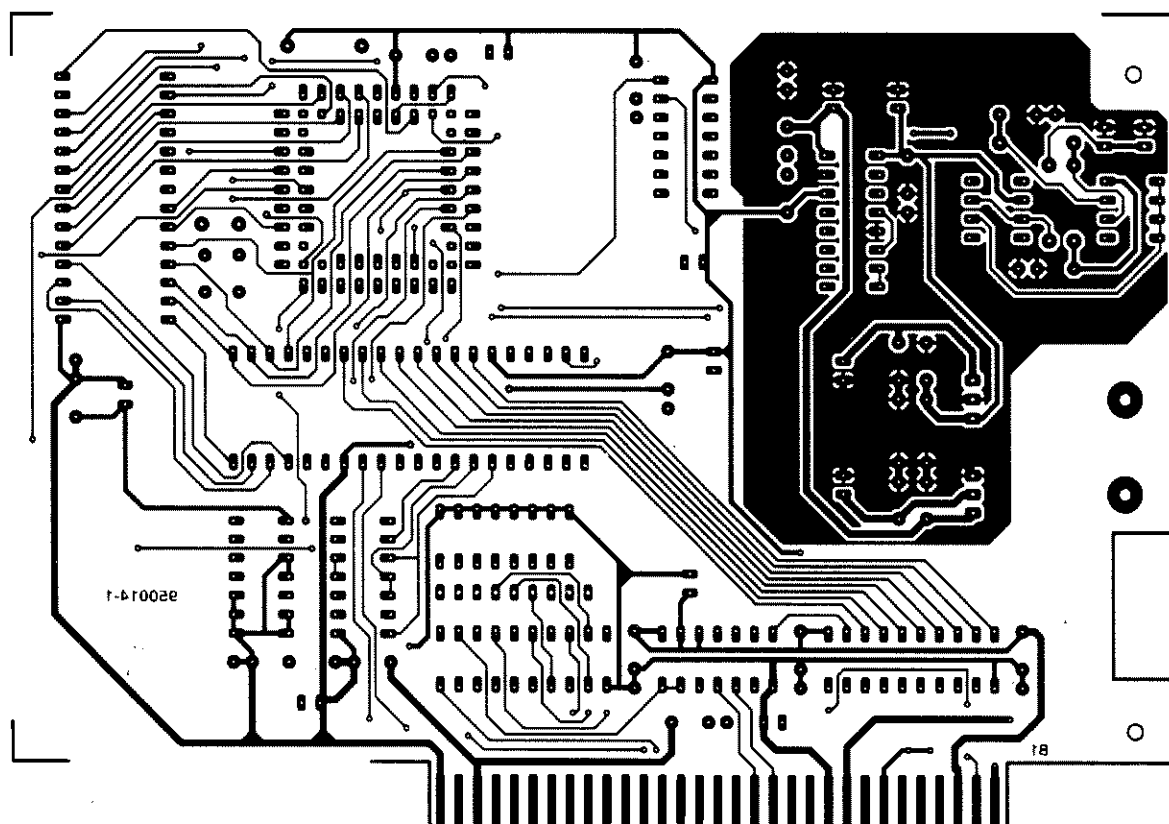
wiada on zwracając sygnał CFF, który kasuje generator sygnału potwierdzenia (czyli przerzutnik z bramek NAND). Ponieważ do startu (boot) DSP jest potrzebny jedynie EPROM, pamięć ta nie łączy się z magistralą komputera. W czasie operacji startu DSP pobiera kod z EPROMu i zapisuje go w swojej wewnętrznej pamięci programu.

Cała magistrala adresowa, linie wyboru układu i magistrala danych EPROMu łączą się tylko z DSP. Po operacji startu DSP nie potrzebuje już kodu z EPROMu i układ ten czeka do momentu, gdy system będzie musiał znówu startować.

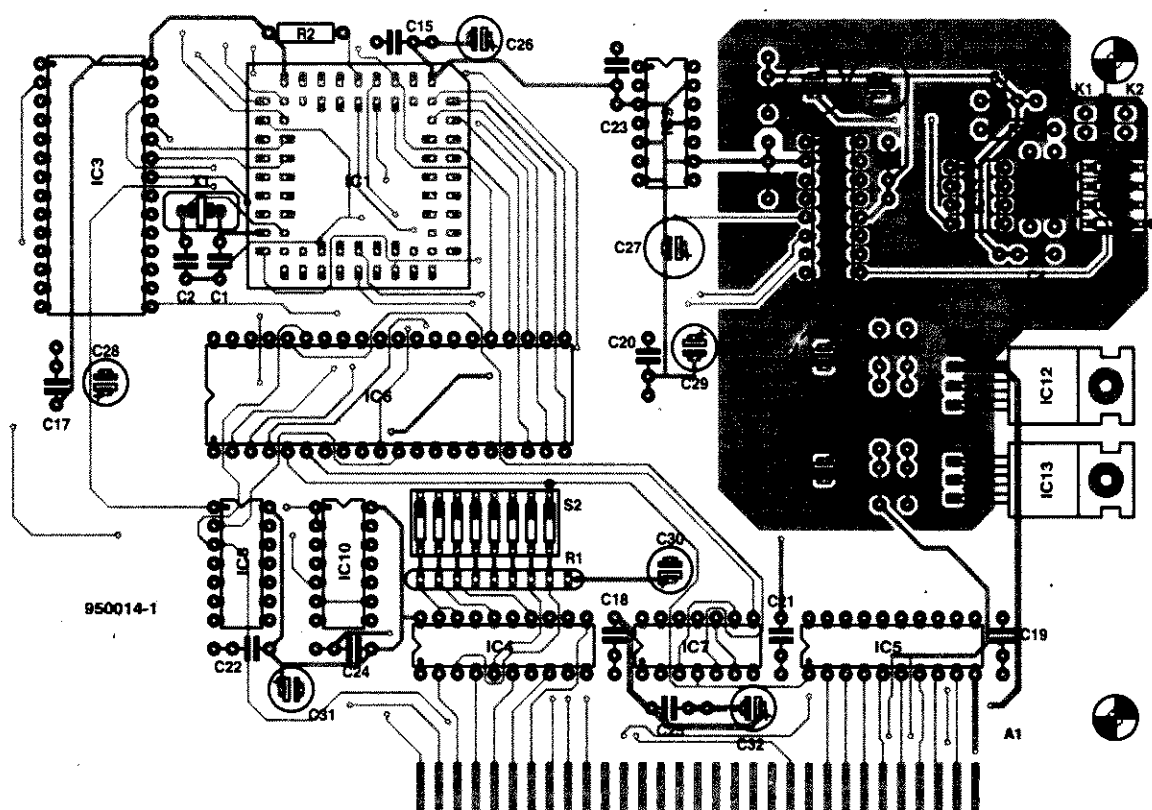
DSP dostarcza szeregowy sygnał danych (DT1 z końcówki 52), sygnał zegarowy (CLKOUT z końcówki 43) i sygnał znacznika stanu (flag signal) (TFS1 z końcówki 53). Szeregowy sygnał zegarowy jest doprowadzany do przetwornika cyfrowo-analogowego (CA), ale także z powrotem do ADSP przez wejście SCLK1 (końcówka 56).

Przetwornikiem CA jest AD1851 firmy Analog Devices. O samym przetworniku niewiele można powiedzieć. Jest to układ o rozdzielczości 16 bitów i nadaje się do potrójnego nadpróbkowania (oversampling) (co nie zostało wykorzystane w tym układzie). Stosunek sygnału do szumu wynosi około 96dB. AD1851 został zaprojektowany dla najwyższej jakości odtwarzaczy płyt kompaktowych, wzmacniaczy cyfrowych, magnetofonów cyfrowych, syntezyatorów i elektronicznych instrumentów klawiaturowych. Najwyższa częstotliwość zegarowa dla wprowadzanych szeregowo danych wynosi 12,5MHz. W opisywanym układzie stosuje się 10MHz.

Sygnał wyjściowy może docierać z przetwornika CA do bufora IC11 trzema różnymi drogami. Za pomocą przełącznika DIP S1 można wybrać połączenie bezpośrednie albo jeden z dwóch biernych filtrów dolnoprzepustowych. Częstotliwość graniczna filtru R3-C3 wynosi około 320kHz, a filtru R4-C4 72kHz. Filtrów nie używa się w przypadku szumów albo sygnału prostokątnego. Najlepsze przebiegi otrzymuje się z filtrem 320kHz, jedynie sygnał prostokątny doznaje niewielkiego zaokrąglenia. Częstotliwość graniczna 72kHz jest idealna dla doskonałej sinusoidy w całym zakresie audio. Przy wyższych częstotliwościach filtr ten silnie zniekształca przebiegi niesinusoidal-



Rys. 3. Mozaika ścieżek dwustronnej płytki drukowanej karty generatora funkcyjnego DSP.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej karty.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 8x10kΩ, SIL
R2, R4: 220Ω
R3: 330Ω
R5: 47Ω

Kondensatory

C1, C2: 22pF
C3: 1,5nF
C4: 10nF
C5, C6, C13, C14, C27: 100pF/16V, stojący
C7...C12, C15...C25: 100nF
C26, C28...C32: 1μF/40V, stojący

Półprzewodniki

IC1: ADSP2105 (Analog Devices)*
IC2: AD1851N (Analog Devices)*
IC3: 27C512 EPROM, kod 956501-1
IC4: 74HCT688
IC5: 74HCT245
IC6: 82C55
IC7, IC10: 74HCT00
IC8: 74HCT02
IC9: 74HCT04

IC11: LF351

IC12: 7805

IC13: 7905

Różne

K1: gniazdko BNC
K2: gniazdo jack 6,35mm do słuchawek stereo
S1: przełącznik DIP, x4
S2: przełącznik DIP, x8
X1: kwarc 10MHz
wspornik do mocowania karty w komputerze
płyta drukowana, EPROM i dyskietka kod 950014-C
dyskietka osobno, kod 956001-1
podręcznik do programu COMGEN-Windows, kod 950014-P
* Analog Devices, Worldwide Headquarters, One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, USA, tel. (+1) 617 329-4700, fax (+1) 617 326-8703

ne. Nie nadaje się on również w przypadku białego szumu.

Po zbuforowaniu przez wzmacniacz operacyjny LF351 (IC11) sygnał jest doprowadzony do gniazdek wyjściowych K1 i K2 przy impedancji wyjściowej 47Ω.

Układ jest zasilany z dwóch stabilizatorów IC12 dla +5V i IC13 dla -5V.

Na zakończenie trzeba jeszcze wspomnieć o dekodzie adresowym i połączeniu pomiędzy 82C55 i komputerem. Dekoder adresowy IC4 porównuje rozkład bitów ustawiony za pomocą przełącznika DIP S2 z ich rozkładem na liniach adresowych A2...A9. Jeżeli się zgadzają i linia AEN jest aktywna, to wyjście P=Q przechodzi w stan

niski i za pośrednictwem IC7 zostaje wygenerowany sygnał zezwolenia. Sygnał ten zostanie przepuszczony jedynie wtedy, gdy równocześnie jest aktywny sygnał IOR albo IOW. W obecności sygnału wyboru układ IC6 zostaje wtedy włączony i do wejść magistrali danych zostają przekazane poziomy magistrali danych komputera. Wraz z młodszymi liniami A0 i A1, sygnały sterujące RES (kasowanie), IOW (WR) i IOR (RD) oraz sygnał wyboru udzielają zezwolenia na wymianę danych pomiędzy komputerem i PPI. Przy tym 82C55 zajmuje cztery komórki pamięci.

Montaż

Jak już wspomniano, układ jest zaprojektowany w formie karty wstawianej do komputera. Mozaika ścieżek dwustronnej płytki drukowanej z przelotkami oraz rozmieszczenie elementów są pokazane na **rysunkach 3 i 4**.

Montaż układu jest rutynowy i nie powinien stwarzać żadnych trudności. Warto tylko zalecić użycie dobrej jakości podstawek do wszystkich układów scalonych, wyłączając oczywiście dwa stabilizatory napięcia. Wszystkie kondensatory elektrolityczne są typu

ADSP-2105 firmy ANALOG DEVICES

ADSP-2105 jest specjalizowanym mikrokomputerem jednokładowym do cyfrowego przetwarzania sygnałów (DSP) oraz do innych zastosowań cyfrowego przetwarzania o wielkiej szybkości. Jego lista rozkazów jest w pełni kompatybilna z nadrzedną listą rozkazów ADSP-2100. ADSP-2105 łączy w sobie pełną architekturę ADSP-2100 (trzy jednostki obliczeniowe, generatory danych/adresów i sekwenser programu) z portem szeregowym, programowalnym timerem, sporymi możliwościami przerwań oraz własną pamięcią RAM programu i danych. Schemat blokowy pokazuje strukturę procesora i podstawowe składniki jego architektury. Układ mieści 512 słów (16-bitowej) RAM danych i 1k słów (24-bitowych) RAM programu.

ADSP-2105 pod względem stosunku ceny do możliwości wysuwa się na czoło produkowanych obecnie procesorów DSP, stanowiąc wprowadzenie do jeszcze większych i sprawniejszych procesorów DSP, takich jak ADSP-2101 i ADSP-2111. Projektanci decydujący się na ADSP-2105 będą mogli wykorzystać swoje inwestycje w narzędzia rozwojowe ADSP-21xx do dysponujących dodatkowymi możliwościami, sprawniejszych DSP z rodziny ADSP-2100.

ADSP-2105 jest kompatybilny z ADSP-2101 w zakresie możliwości i repertuaru rozkazów. Różnią go jedynie pojemności pamięci w układzie (dwukrotnie mniejsze od pamięci w ADSP-2101), liczba portów szeregowych (jeden zamiast dwóch) i szybkość procesora. Port szeregowy (SPORT) w ADSP-2105 jest identyczny ze SPORT1 w ADSP-2101.

Elastyczna architektura ADSP-2105 i obszerny repertuar rozkazów pozwalają na znaczny stopień równoległości działania.

W jednym cyklu procesor ten może:

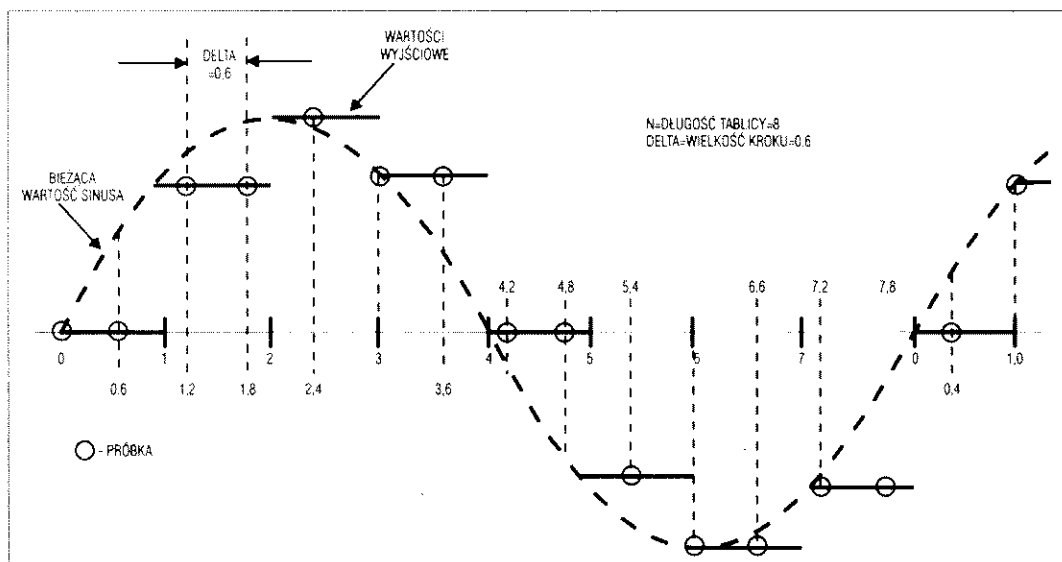
- wygenerować następny adres programu,
- pobrać następną instrukcję,
- wykonać jedno lub dwa przesunięcia danych,
- uaktualnić jeden lub dwa wskaźniki adresowe danych,
- wykonać operację obliczeniową,
- odebrać lub wysłać dane przez port szeregowy.

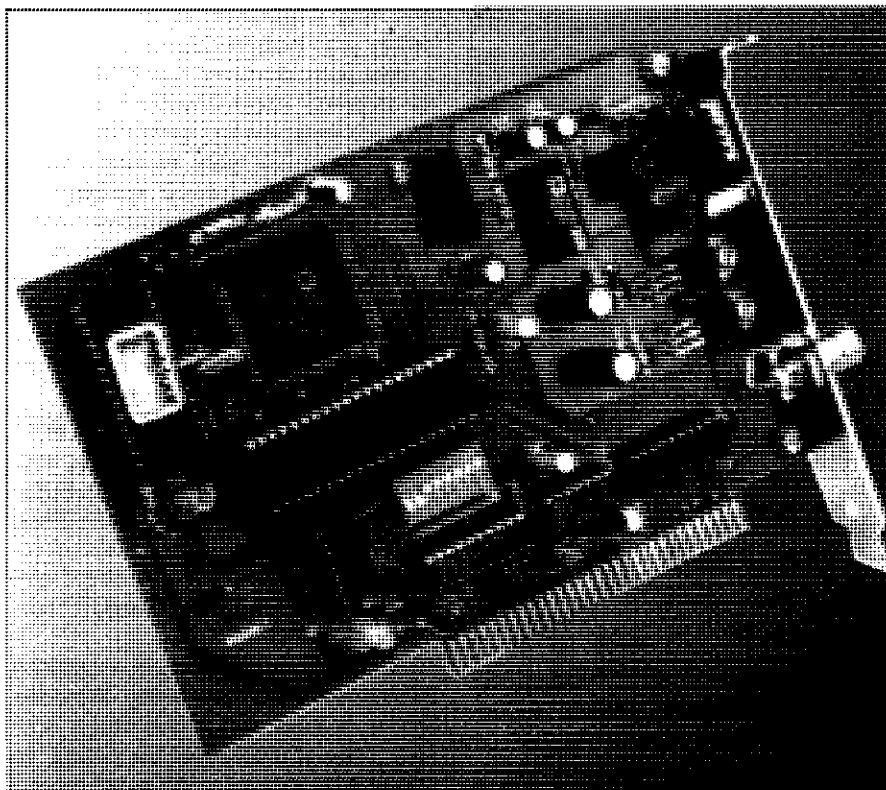
Produkowany przy pomocy szybkiego procesu CMOS z podwójną warstwą metaliczną, ADSP-2105 działa w 100ns cyklu rozkazów. Każdy rozkaz jest wykonywany w jednym cyklu. Technologia CMOS prowadzi do małego poboru mocy. Procesor pobiera poniżej 1W w dowolnym stanie i nie więcej niż 80mW w stanie oczekiwania.

Generacja sygnału cyfrowego

W przypadku sygnału okresowo zmiennego próbki jednego okresu są zapisane w pamięci. Następnie kolejne wartości są przesyłane, jedna po drugiej, do wyjścia DSP. Częstotliwość sygnału wyjściowego reguluje się poprzez zmianę wielkości kroku, co który pobierane są dane z przeglądanej tabeli. Zawarte w procesorach ADSP-21xx generatory adresów pozwalają dokonywać tego w prosty sposób, ponieważ adres początkowy tabeli, wielkość kroku i długość tabeli mogą być zaprogramowane za pomocą indywidualnych rejestrów. Po pobraniu zapisu z tabeli procesor automatycznie zwiększa adres o wymaganą wielkość kroku. Jeżeli wykroczy poza długość tabeli, wskaźnik automatycznie wraca na jej początek. W ten sposób może zostać utworzony cykliczny bufor/tabela, pod warunkiem że każdy kształt przebiegu jest opisany przez dane zawarte w pamięci osobnej tabeli.

Strumień danych z wyjścia DSP jest przekształcany w przetworniku C-A w sygnał analogowy, który przechodzi następnie przez usuwający pozostałości częstotliwości próbkowania filtr dolnoprzepustowy. Rysunek obok pokazuje, jak powstaje sinusoida.





Rys. 5. Zmontowana karta generatora. Przełączniki bloku S1 są dostępne od tyłu komputera, przez otwór w metalowym wsporniku karty.

pionowego. W czasie montażu trzeba pamiętać o prawidłowej ich polaryzacji. Dotyczy to także układów scalonych.

Złącza K1 i K2 montuje się w metalowym wsporniku (śledziu) karty przed jego przykręceniem do płytki drukowa-

nej. Zarówno gniazdko BNC jak i "jack" wymagają wywiercenia otworów we wsporniku. W płytce należy wykonać wycięcie, niezbędne do zmieszczenia gniazdko BNC. We wsporniku potrzebny jest także prostokątny otwór, umożliwiający dostęp

z zewnątrz do przełącznika DIP S1. Przed umieszczeniem karty w złączu komputera należy ustawić jej adres (S2) na 300_H (według standardu wejść/wyjść IBM - doświadczalny), przełączając 3...8 na ON, a 1 i 2 na OFF. Filtrację za pomocą S1 ustawia się początkowo wyłączoną (wszystkie styki OFF).

Program sterujący

Układ bez właściwego programu jest bezużyteczny. Do niniejszego układu jest dołączone kilka programów, które umożliwiają sterowanie generatorem zarówno w środowisku DOS jak i Windows. Wersja Windows jest o wiele obszerniejsza od wersji DOS i zawiera szereg dodatkowych funkcji, jak definiowanie dowolnego kształtu przebiegu, test akustyczny i funkcja wobulatora.

Program do DOS, COMGEN, czyni z karty zwykły generator funkcji częstotliwości audio. Parametry i polecenia generator otrzymuje z DOS. Parametry oddziela się przecinkiem. Gdy wywoła się COMGEN z przełącznikiem [?] lub [Help], na ekranie zostaną wyświetlone wszystkie opcje.

Format wywołania programu z poziomu DOS ma postać:

COMGEN P: A: F: type:

gdzie:

P: ustawia adres portu, na przykład 308. Wymagany adres musi zostać podany po P: szesnastkowo. Domyślny adres wynosi 300.

A: ustawia poziom wyjściowy (amplitudę) w mV.

F: ustawia częstotliwość w Hz.

type: SIN dla sinusoidy,
REC dla fali prostokątnej,
TRI dla fali trójkątnej,
SAW dla fali piłozębnej,
WHI dla białego szumu,
PIN dla różowego szumu.

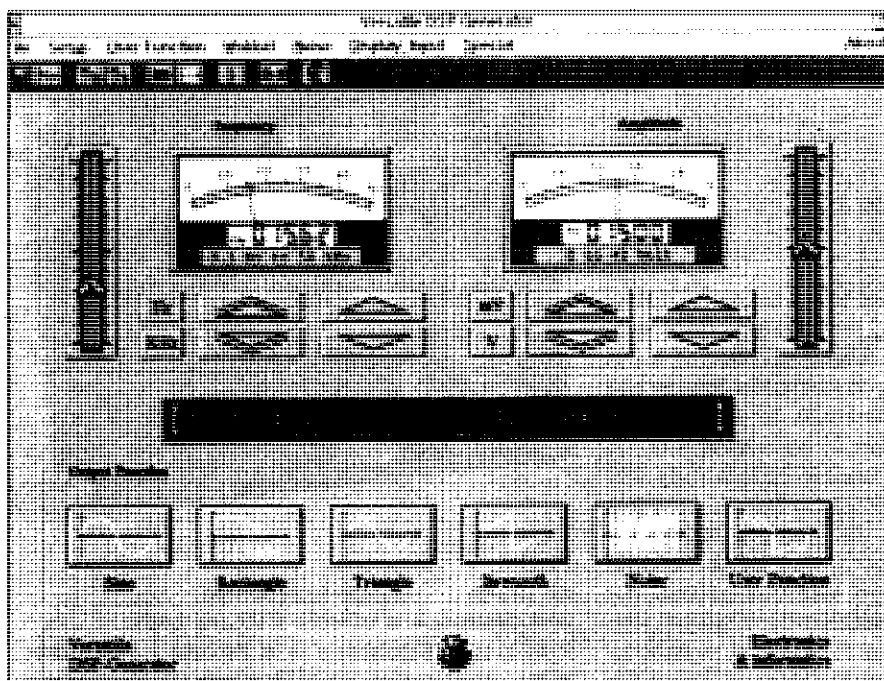
Przy pierwszym użyciu COMGEN po starcie systemu polecenie to musi być uzupełnione poleceniem LOAD. Wywołuje ono wyzerowanie karty DSP i uruchamia program DSP. Na przykład:

COMGEN LOAD A:1000 WHI

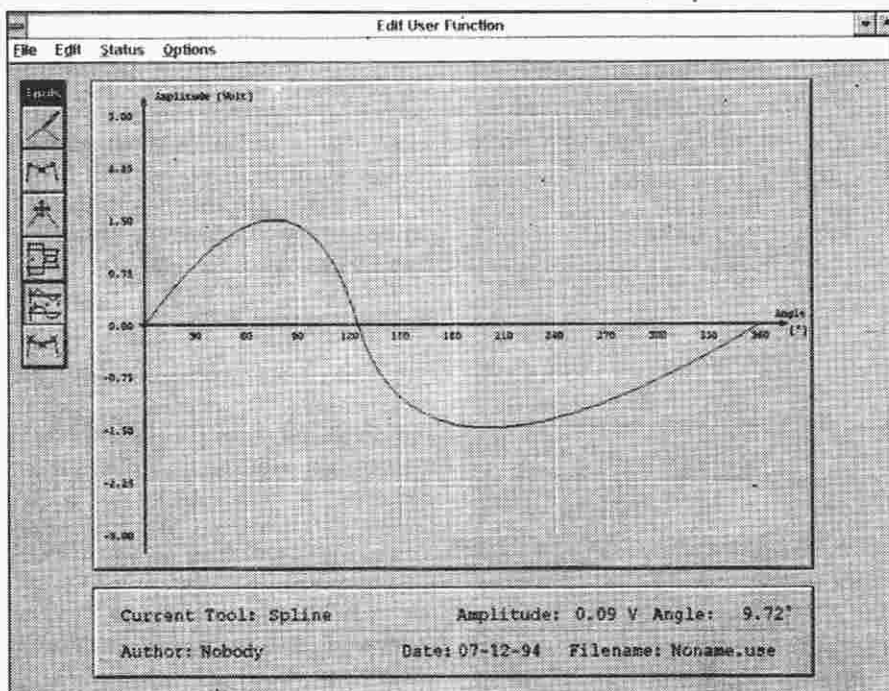
uruchamia generację białego szumu o amplitudzie 1V. Adres karty wynosi 300_H.

Także dla Windows

Użytkownicy Windows mają do dyspozycji przyciski uruchamiane myszą i rozwijane menu, czyli standardowy



Rys. 6. Obraz ekranu wersji Windows programu. Widać dwa mierniki, wskazujące analogowo i cyfrowo częstotliwość i poziom sygnału.



Rys. 7. Działanie edytora kształtu przebiegu. Można skomponować dowolny kształt krzywej.

interfejs graficzny użytkownika. Program dla Windows znajduje się na tej samej dyskiecie co program dla DOS. Po zainstalowaniu wersji programu dla Windows można używać karty DSP bez potrzeby korzystania z podręcznika. Minimalne wymagania programu

to: Windows 3.1 lub późniejszy, wolne 2MB na twardym dysku i karta VGA. Po kliknięciu na ekranie tytułowym pojawia się panel sterowania generatorem. Wzrok przyciągają dwa duże mierniki ze wskaźnikami analogowymi i cyfrowymi. Lewy miernik pokazuje

wybraną częstotliwość sygnału, zaś prawy jego poziom. Sześć przycisków i dwa potencjometry suwakowe służą do regulacji częstotliwości i poziomu sygnału wyjściowego generatora.

Pasek menu u góry ekranu ułatwia dostęp do kilku funkcji specjalnych, w tym wobulatora, generatora szumu białego lub różowego i testu akustycznego. Pasek menu służy także do wyboru rozbudowanych opcji konfiguracyjnych. Do dyspozycji użytkownika jest także pełnoekranowy edytor do komponowania kształtu przebiegu.

Sześć przycisków u dołu ekranu służy do wybierania kształtu przebiegu sygnału. Jeżeli wybiera się "User Function", to trzeba za pomocą paska menu otworzyć ekran edycyjny. Udostępnione narzędzia pozwalają stworzyć niemal dowolny kształt przebiegu - zob. rysunek 7.

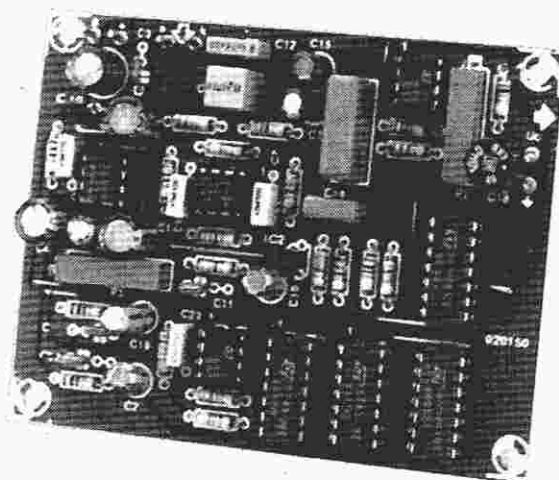
Niestety, wyczerpujący opis wszystkich możliwości programu wersji Windows wykracza poza ramy niniejszego artykułu. Jego struktura jest tak prosta, że odpowiedzi na większość pytań można znaleźć w trakcie przemieszczania się po poszczególnych menu. Można także nabyć 17-stronicowy podręcznik, szczegółowo opisujący działanie programu w wersji Windows. ■



oferuje:

Liniowy miernik temperatury (EE 4/94, str. 48)

Nie jest rzeczą prostą zbudowanie miernika temperatury o dobrej liniowości, szybkim czasie reakcji na zmiany temperatury, dużej stabilności i szerokim zakresie pomiarowym. Układ przetwornika pozwala na prowadzenie niezwykle precyzyjnych pomiarów temperatury przy pomocy dowolnego miernika uniwersalnego, ze szczególnym ukierunkowaniem na typowe mierniki cyfrowe z wyświetlaczem 3,5 cyfry i zakresem pomiarowym 2V. Jako czujnik temperatury jest wykorzystany zwykły tranzystor PNP, dzięki czemu zakres pomiarowy jest stosunkowo szeroki (-20...+120°C). Ze względu na dobrze dobrany stopień konwersji (10mV/°C) temperaturę można odczytywać bezpośrednio z wyświetlacza multimetru, bez konieczności dokonywania kłopotliwych przeliczeń. Wykorzystanie dynamicznej metody pomiaru pozwala na zastosowanie długich przewodów ekranowanych pomiędzy układem pomiarowym i czujnikiem, a łatwo dostępne elementy zapewniają niski koszt konstrukcji przy zachowaniu dobrych parametrów i precyzji pomiaru.



Płytką do prezentowanego urządzenia jest dostępna w ofercie AVT (nr kodu P-920150). Wykonano ją w Polsce z zachowaniem standardów jakościowych i technologicznych odpowiadających najostrzejszym wymaganiom oryginalnych norm holenderskich.

Część 1

G. Kleine

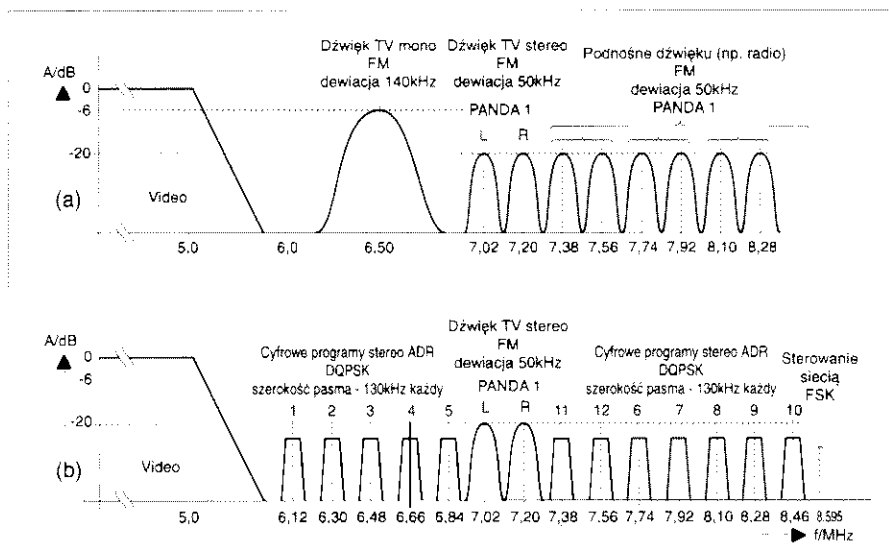
W przeciwieństwie do systemu DSR (Digital Satellite Radio), zastosowanym w niemieckim (obecnie nieczynnym) TV-SAT2 w satelicie TV dużej mocy DBS, ADR spotkało się z gorącym przyjęciem zarówno ze strony nadawców jak i producentów odbiorników. Zapowiedziano już, że pierwsze domowe odbiorniki ADR zostaną przedstawione na targach CeBit w cenach od £200 do £350.

Podstawą ADR jest system redukcji danych zwany Musicam, pozwalający zmniejszyć szybkość przesyłania danych do 192kbit/s. System Musicam jest także używany w DCC (Digital Compact Cassette) Philips/Matsushita i MD (MiniDisc) Sony. Jakość dźwięku w systemie ADR jest porównywalna z tymi systemami. Nawet jeśli ADR

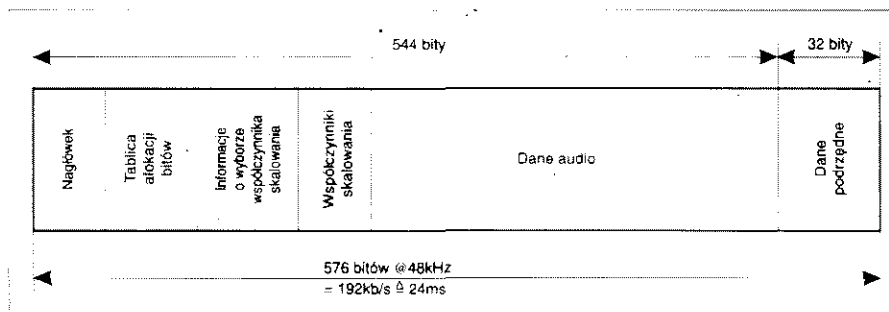
ustępuje w jakości dźwięku systemem bez redukcji danych (CD, DAT i DSR), to i tak ma dużą przewagę nad radiem stereo VHF FM i analogowym radiem satelitarnym. Przysłowiowy "cyfrowy" nie jest więc mistyfikacją. Celem pierwszej części tego artykułu jest przegląd zasad systemu ADR i zapoznanie Czytelników z podstawami metod przesyłania i kodowania. Oprócz programów ADR zostanie przedstawiony krótki opis technologii stosowanej w odbiornikach ADR pierwszej generacji. W następnej części znajdą się szczegóły kodowania kanałów i przetwarzania sygnałów po stronie nadawczej i odbiorczej.

Sygnal pasma podstawowego

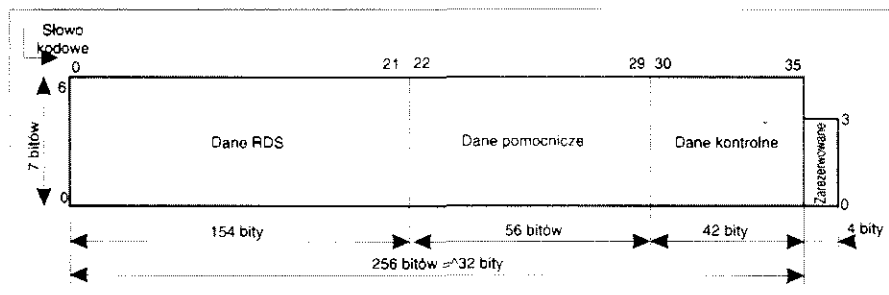
Jak widać na **rysunku 1a**, prawidłowy sygnał pasma podstawowego telewizji satelitarnej zawiera zespolony sygnał wizji i towarzyszącego mu kanału dźwiękowego (mono), który jest modulowany częstotliwościowo na podnośnej 6,5MHz. Poczynając od 7,2MHz



Rys. 1. Sygnał pasma podstawowego: (a) z podnośnymi dźwięku analogowego; (b) z podnośnymi ADR.



Rys. 2. Zawartość ramki danych ADR.



Rys. 3. Struktura bloku danych podrzędnych ADR.

pasmo podstawowe zawiera również wąskopasmowe podnośne FM, służące do przesyłania dodatkowych kanałów dźwięku (związanych lub nie z programem TV). Podnośne te są rozmieszczone w odstępach co 180kHz.

Już od wprowadzenia stereofonicznego dźwięku TV, dwie pierwsze podnośne na 7,02 i 7,2MHz były chętnie używane w tym właśnie celu. Alternatywnie są one często wykorzystywane jako równoczesne dodatkowe kanały w odmiennych językach. Podczas gdy główna podnośna dźwięku (mono - 6,5MHz) jest modulowana z dewiacją $\pm 140\text{kHz}$, to podnośne wąskopasmowe są modulowane z dewiacją tylko $\pm 50\text{kHz}$. Do podwyższenia stosunku sygnału do szumu w tych kanałach stosuje się system kompresji Wegenera, Panda-1.

Całkowicie wypełnione przez ADR pasmo podstawowe transpondera Astra jest pokazane na **rysunku 1b**. Podnośna mono nie jest już używana, ustępując miejsca pięciu podnośnym ADR. Dźwięk programu TV jest nadawany wyłącznie na parze podnośnych 7,02/7,20MHz z zachowaniem wąskopasmowej FM z kompresją Panda-1. Poza podnośnymi analogowymi jest jeszcze miejsce dla pięciu programów ADR. Oznacza to, że każdy transponder może pomieścić 12 programów ADR. Jeżeli całkowicie usunąć sygnał telewizyjny z jego analogowymi podnośnymi FM, transponder zmieści 48 programów ADR. Ostatnia podnośna 8,595MHz przenosi informacje obsługi sieci i nie może

być odtwarzana w domowych odbiornikach ADR. Służy ona do wymiany informacji pomiędzy nadawcami i do sterowania.

Standardowym systemem modulacji w ADR jest kwadraturowe kluczowanie fazy (QPSK). Wraz z systemem kodowania kanałów, używanym do eliminacji błędnych bitów wywołanych przez szumy w łączach satelitarnych, całkowita szybkość przesyłania danych wynosi 256kbit/s. Szerokość pasma podnośnych, wynikająca z sygnału QPSK, wynosi około 130kHz. Sygnał sterujący obsługi sieci jest modulowany w systemie FSK, a nie w bardziej złożonym QPSK.

Na rys. 1a i 1b są także przedstawione relacje poziomów różnych rodzajów podnośnych w stosunku do poziomu sygnału video.

Ramka danych ADR

Struktura ramki danych sygnału ADR opiera się na normie ISO/IEC 11172-3, znanej pod nazwą MPEG-1 Audio, Layer 2. **Rysunek 2** pokazuje rozkład 576 bajtów w ramce. Nagłówek (header) służy do synchronizacji ramki, po nim następuje tabela rozmieszczenia bitów (bit allocation table) i informacje o wyborze współczynnika skalowania (scale factor select information), działające w dynamicznym systemie rozmieszczenia bitów audio. Następnym blokiem są same współczynniki skalowania. Większą część tego pakietu danych zajmują dane audio (próbki). Jedynie ostatnie 32 bajty służą do prze-

noszenia danych podrzędnych (ancillary data). W ADR do próbkowania audio używa się częstotliwości 48kHz. Wewnątrz partii danych podrzędnych (**rysunek 3**) pierwszy blok jest zarezerwowany dla danych RDS (radio data system, systemu danych radiowych). Blok ten pozwala nadawcom, którzy dostarczają swoim słuchaczom danych RDS, przesyłać ten rodzaj informacji za pośrednictwem satelity Astra do lokalnych przekaźników (repeater) VHF-FM. Odbiornik ADR może przetworzyć dane RDS i wyświetlić je na wyświetlaczu.

Blok danych pomocniczych (auxiliary data) jest zarezerwowany do wewnętrznego użytku nadawców, na przykład dla informacji służących do sterowania przekaźnikami VHF-FM.

Granica pomiędzy danymi RDS i pomocniczymi jest przesuwalna i jej dokładna pozycja jest przesyłana w bloku danych sterujących (control data). Zawiera on informacje o statusie szyfrowania/nieszyfrowania danego programu, a inaczej mówiąc, czy jest on nadawany w trybie wolnym czy płatnym, przy użyciu szyfrowania DMX. W bloku tym są przesyłane także informacje identyfikujące stację i rodzaj programu (na przykład muzyka klasyczna) danego kanału ADR w kodzie szesnastkowym, jak zwykle w RDS. Rodzaj programu jest podawany według klasyfikacji ADR, zgodnie z **tabelą 1**. Informacje te, odebrane przez odbiornik, mogą być wyświetlane na wyświetlaczu oraz użyte jako kryteria przeszukiwania, ułatwiające słuchaczowi odnajdywanie jego ulubionego rodzaju muzyki.

Dane podrzędne są nadawane w postaci 7-bitowych słów. Kodowanie z przeplataniem kanałów nie zapewnia dostatecznej ochrony danych podrzędnych, zastosowano więc dodatkowy system kodowania (kanałów). Szczegóły tego systemu i środki przedsięwzięte dla zagwarantowania integralności danych kanału będą opisane w następnej, końcowej części artykułu.

Tabela 1. Programy ADR według [1]

1	.....	Muzyka klasyczna
2	.....	Muzyka popularna
3	.....	Przeboje zawsze młode
4	.....	Muzyka rockowa
5	.....	Muzyka jazzowa
6	.....	Muzyka country
7	.....	Wydarzenia muzyczne
8	.....	Program regionalny
9	.....	Wiadomości
0	.....	Rozrywka

Redukcja danych

Punktem wyjścia jest pełny, nieskompresowany, cyfrowy sygnał audio. Zgodnie ze specyfikacją ADR [1] stosuje się częstotliwość próbkowania 48kHz (jak w domowych cyfrowych nagraniach magnetofonowych -

DAT). W przypadku innej częstotliwości próbkowania, na przykład 44,1kHz w CD lub 32kHz w DSR, konieczna jest konwersja do częstotliwości 48kHz. Sygnały analogowe stereo są digitalizowane z częstotliwością próbkowania 48kHz. Potem następuje redukcja danych do standardu Musicam.

Metoda redukcji Musicam opiera się na pominięciu "ukrytych" elementów dźwiękowych, których ludzkie ucho nie jest zdolne usłyszeć. Zakres częstotliwości od 20Hz do 20kHz zostaje najpierw podzielony na 32 podpasma. W każdym z nich cyfrową metodą przetwarzania mierzy się maksymalny poziom zawartego w nim dźwięku. Koder Musicam zawiera wzorcowy zbiór poziomów słyszalności pojedynczych częstotliwości, jak również współsłyszalności, czyli słyszalności słabych dźwięków zagłuszanych przez "pobliskie" głośnie dźwięki. Na podstawie tego wzorca koder może ocenić, czy dźwięki napotymane w poszczególnych podpasmach są poniżej czy powyżej aktualnego poziomu słyszalności. Jedynie składowe przewyższające ten poziom powinny być nadawane. Krzywe na **rysunku 4** przedstawiają przybliżone poziomy słyszalności i współsłyszalności dla mieszaniny trzech tonów sinusoidalnych.

Dane audio opuszczają koder Musicam w formacie, który zawiera współczynnik skalowania. Przynosi to dalszą redukcję danych, ponieważ początkowe zera nie muszą być nadawane. Całkowity współczynnik redukcji danych osiąga wielkość około 10.

Domowy odbiornik ADR

Zanim procesor ADR będzie wchodził w skład odbiorników TV satelitarnej, na rynku ukazać się oddzielne odbiorniki ADR. Na **rysunku 5** przedstawiono sposób, w jaki odbiornik ADR powinien zostać włączony pomiędzy moduły zewnętrzny (LNB) i wewnętrzny (satelitarny odbiornik TV) odbiorczego zestawu satelitarnego, aby mógł nim sterować. W układzie tym odbiornik ADR steruje wyborem polaryzacji LNB (14V/18V), uniemożliwiając ingerencję

Tabela 2. Przekazy radiowe w systemie ADR z satelity ASTRA

Program	Podnośna	Transponder	Program TV	Częstotliwość	Polaryzacja
HR	7,74MHz	19	ARD	11,494GHz	H
HR	7,92MHz				
HR	8,10MHz				
HR	8,28MHz				
HR	8,46MHz				
NDR	7,74MHz	25	Nord 3	11,582GHz	H
NDR	7,92MHz				
NDR	8,10MHz				
NDR	8,28MHz				
NDR	8,46MHz				
WDR	6,12MHz	39	WDR 3	11,053GHz	H
WDR 2	6,30MHz				
WDR	6,48MHz				
WDR	6,66MHz				
WDR	6,84MHz				
MDR life	6,30MHz	43	MDR3	11,112GHz	H
MDR info	6,48MHz				
MDR culture	6,66MHz				
MDR sputnik	6,84MHz				
BR1	6,12MHz	45	Bayern 3	11,141GHz	H
BR2	6,30MHz				
BR3	6,48MHz				
BR5	6,66MHz				
BR4	6,84MHz				
SWF	6,12MHz	48	Sudwest 3	11,186GHz	V
SWF 3	6,84MHz				
SES Test 1	8,10MHz	33	ZDF	10,964GHz	H
SES Test 2	8,28MHz				
SES Test 3	8,46MHz				
DMX	7,56MHz	41	Discovery Ch.	11,082GHz	H
DMX	7,74MHz				
DMX	7,92MHz				
DMX	8,10MHz				
DMX	8,28MHz				
DMX	8,46MHz				
DMX	7,74MHz	42	Bravo/Adult Ch.	11,097GHz	V
DMX	7,92MHz				
DMX	8,10MHz				
DMX	8,28MHz				
DMX	8,46MHz				
DMX	8,10MHz	12	Sky News	11,377GHz	V

odbiornika TV satelitarnej. Gdy odbiornik ADR zostanie wyłączony, sterowanie wyborem polaryzacji z powrotem przejmie odbiornik TV satelitarnej. Interesujące możliwości daje tzw. tryb scan-and-search (skanowania i przeszukiwania). Odbiornik ADR skanuje wtedy wszystkie transpondery i częstotliwości podnośnych, poszukując programów ADR z modulacją QPSK i wraz z odpowiednim identyfikatorem programu (tabela 1) zapisuje je w swojej pamięci. Zwalnia to użytkownika z uciążliwych sesji programowania i pozwala upewnić się, że będą dla niego osiągalne wszystkie możliwe programy ADR. Odbiornik może sam dokonywać scan-and-search, dla upewnienia się, że zawartość jego pamięci jest zawsze aktualna. Ręczne wykonywanie tego zabiegu jest jednak również możliwe.

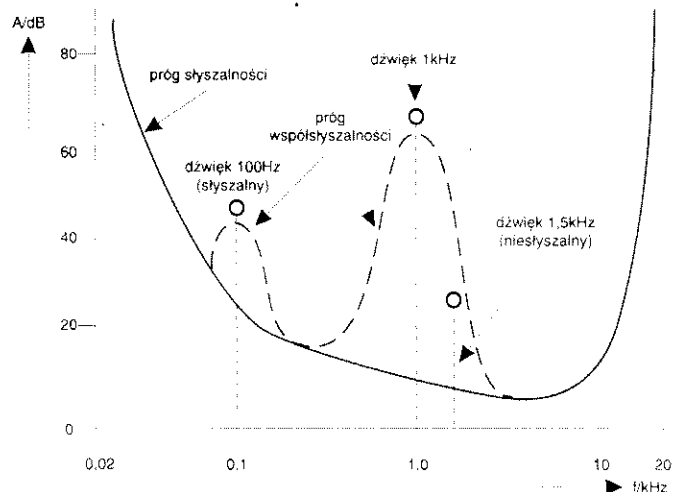
Technisat [2] będzie jednym z pierwszych wytwórców, którzy w tym roku wypuszczą na rynek samodzielne od-

biorniki ADR/DMX. Cena tego odbiornika nie powinna przekroczyć £325.

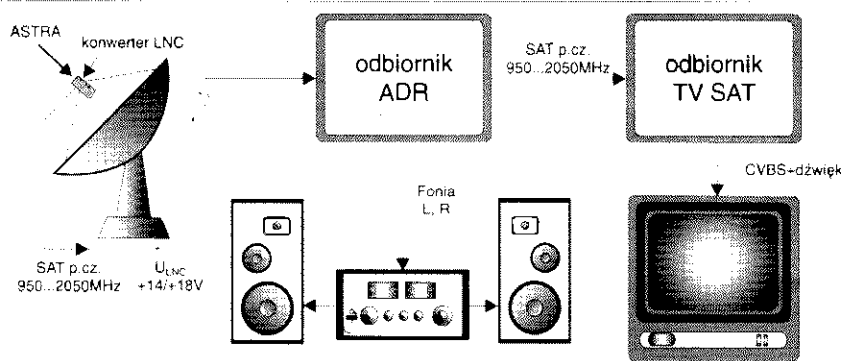
Philips Semiconductors pracuje nad odbiornikiem ADR w jednym chipie bardzo wielkiej skali integracji. Całe pasmo na jego wejściu jest zdigitalizowane. Operacje detekcji i filtracji podnośnej oraz demodulacji QPSK są oparte na cyfrowym przetwarzaniu sygnału, które jest stosunkowo łatwe w granicach widma "tylko" 10MHz; jest to zasługą szybkości współczesnych procesorów DSP (cyfrowych procesorów sygnałowych). Jednakże serijnej produkcji jednokładowych odbiorników Philipsa nie należy spodziewać się przed ukazaniem się drugiej generacji odbiorników ADR.

DMX - Digital Music Express

Po raz pierwszy w Europie pojawi się płytka satelitarna radiostacja stosująca ADR. Podobnie jak w przypadku



Rys. 4. Poziomy słyszalności i współsłyszalności.



Rys. 5. Umieszczenie odbiornika ADR w istniejącym systemie odbiorczym TV satelitarnej.

platnej telewizji (na przykład niektórych kanałów Sky), słuchacz będzie musiał posiadać tak zwaną kartę słuchacza (listening card), aby móc odbierać pakiet programów, na który początkowo złożony się 30 kanałów. Karta wsunięta do czytnika w odbiorniku ADR/DMX umożliwi deszyfrację programów DMX. Mówi się, że odbiór 30 programów (zob. **tabela 3**) muzyki non-stop (bez zapowiedzi i reklam), o bardzo szerokim wachlarzu muzycznych upodobań, ma kosztować miesięcznie około £7.

W pewnej liczbie wiosek w południowych Niemczech od października 1994 jest prowadzony test akceptacyjny DMX. W tym celu w około 100 domach zainstalowano odbiorniki Scientific Atlanta. Programy są odbierane przez stację bazową z satelity TV Intelsat-601 na pozycji 27,5° szerokości zachodniej i rozpraszane prywatną siecią kablową. W trakcie pisania niniejszego artykułu (luty 1995) pojawiły się także pierwsze podnośne DMX z satelitów Astra. Jeżeli test akceptacyjny okaże się pomyślny, na rynek europejski dotrze więcej programów

muzycznych. W najbliższej przyszłości można się spodziewać uruchomienia w sumie do 90 kanałów ADR.

Od wprowadzenia w USA w 1991 przez Scientific Atlanta systemu DMX liczba abonentów wzrosła do 150.000. Sygnały DMX są dostarczane do około 800 sieci kablowych w USA. W Wielkiej Brytanii jest obecnie około 30.000 abonentów w różnych miastach. Programy DMX są także rozpraszane sieciami kablowymi w Pradze, w Danii, Norwegii i Irlandii. Scientific Atlanta dostarcza wszystkich urządzeń dla kablowych stacji bazowych, jak również samodzielnych odbiorników DMX.

Co dalej...

W całkowitym kontraście z ograniczonym sukcesem nastawionego na rynek niemiecki systemu DSR (przez TVSAT-2) ADR z pewnością przyciągnie od razu większe audytorium. SES, właściciel i operator grupy satelitów Astra, podąża za trendami rynkowymi. W przeszłości Telekom (operator TVSAT-2) usiłował formować trendy i przegrał przy siłowej introdukcji

DSR. Wielu niemieckich nadawców, jak ARD i BR, popiera już system ADR, transmitując swoje naziemne programy przez satelitę Astra, należy więc oczekiwać, że także inni pójdą w ich ślady.

Trudno przewidzieć, czy DMX wystarczy pomyślnie czy nie, bo system ten jest jeszcze stosunkowo młody. Sukces będzie niewątpliwie zależał od tego, jak słuchacze ocenią koszt karty słuchacza. ■

Bibliografia

1. ADR specification. October 1994, SES-Astra, Betzdorf, Luxembourg.
2. Technisat, Postfach 560, D-54541 Daun, Deutschland.

Tabela 3. Klasyfikacja europejskich programów DMX.

1. Muzyka klasyczna

- 1.1 Muzyka symfoniczna
- 1.2 Muzyka kameralna
- 1.3 Muzyka operowa

2. Przeboje

- 2.1 Przeboje angielskie
- 2.2 Muzyka taneczna
- 2.3 Najnowsze przeboje europejskie
- 2.4 Rhythm & blues
- 2.5 Najnowsze przeboje amerykańskie

3. Rock

- 3.1 Rock alternatywny
- 3.2 Heavy Metal
- 3.3 Rock klasyczny
- 3.4 Płyty rockowe
- 3.5 Rock ludowy
- 3.6 Jazz nowoczesny
- 3.7 Jazz tradycyjny
- 3.8 Big band, swing

4. Muzyka lekka

- 4.1 Współczesna dla dorosłych
- 4.2 Muzyka nastrojowa
- 4.3 Rhythm & blues
- 4.4 Muzyka country

5. Standardy

- 5.1 Wielcy śpiewacy
- 5.2 Utwory zawsze młode

6. Muzyka instrumentalna

- 6.1 Wspaniałe instrumenty

7. Muzyka świata

- 7.1 Muzyka beatowa
- 7.2 Reggae

8. Muzyka z Europy

- 8.1 Piosenki francuskie
- 8.2 Hiszpańska muzyka ludowa
- 8.3 Przeboje włoskie
- 8.4 Duńska muzyka ludowa
- 8.5 Niemiecka muzyka ludowa i utwory zawsze młode

ANALIZATOR MIDI

Opisany układ jest przeznaczony do analizowania sygnałów przesyłanych łączem MIDI. Umożliwia on wizualizację informacji cyfrowej w standardzie MIDI, a w razie potrzeby jej korektę. Można go także użyć do odwzorowania całego zakresu danych wyznaczających sygnał syntezy.

P. Rigail

Układ jest wyposażony w dwa złącza MIDI (Musical Instrument Digital Interface) - wejściowe i wyjściowe. Składa się z płytki z procesorem, modułu wyświetlacza oraz klawiatury z 12 przyciskami i jest przeznaczony do włączenia w istniejące łącze MIDI. Chociaż analizator jest przeźroczysty dla muzycznego systemu MIDI, to znaczy nie modyfikuje strumienia przepływających danych, to jednak może je zapamiętać, a w razie potrzeby umożliwia dokonywanie w nich poprawek.

Zapamiętane dane mogą także zostać przesłane siecią MIDI w formie bloku danych. Jeżeli są one synchroniczne z sygnałem zegarowym MIDI, wówczas jest możliwe działanie w czasie rzeczywistym. Oznacza to, że analizator może odtworzyć krótki utwór muzyczny. Do przechowywania sporej ilości danych MIDI służy 32kB RAM. Odpowiedni program jest dostarczany w EPROMie (za pośrednictwem Działu Obsługi Czytelników).

Opis schematu

Głównymi elementami układu (**rysunek 2**) są procesor typu 80C32 i załącznik adresowy 74HC573. Sygnału zegarowego dostarcza rezonator kwarcowy 6MHz, wyznaczający na tyle długie czasy dostępu, aby wyświetlacz mógł działać poprawnie. 12-przyciskowa klawiatura łączy z płytką procesora złącze K5/K1.

Złącze MIDI spełnia zwykle wymagania: na wejściu (K4) i na wyjściu (K3) są standardowe pętle prądowe.

Wejściowy optoizolator IC7 łączy się bezpośrednio z wejściem szeregowym procesora IC1.

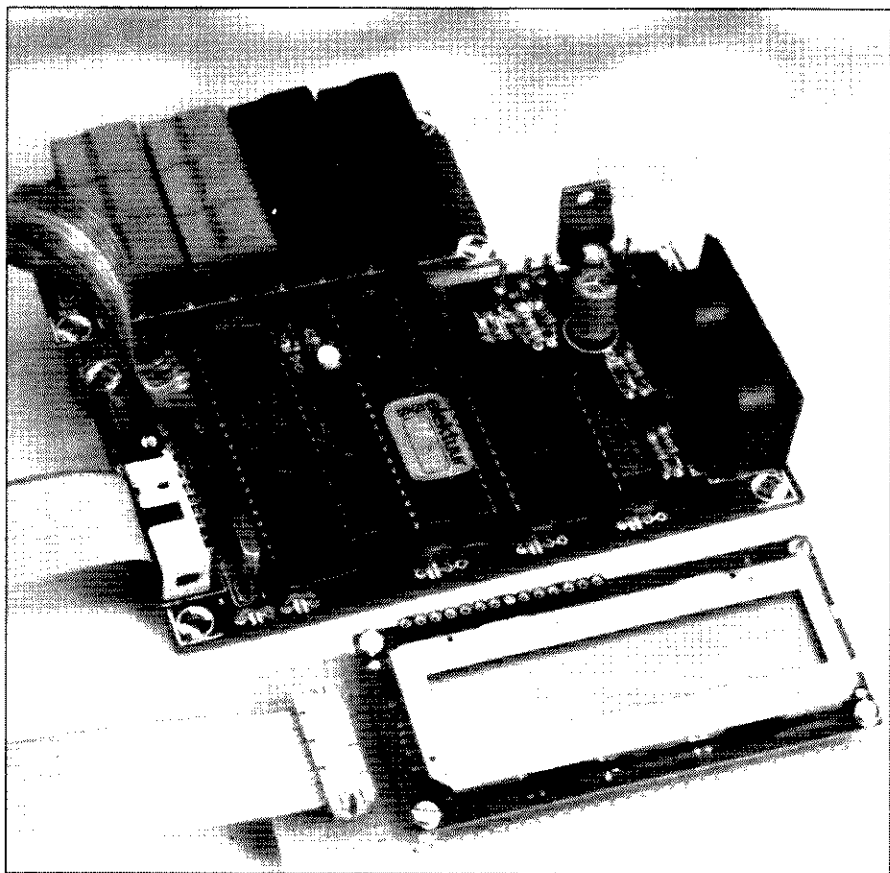
Sygnał wyjściowy z wyjścia 11 IC1 jest doprowadzony do K3 za pośrednictwem bramek IC5e i IC5d, zapewniających dostateczne natężenie prądu.

Niezbędne oprogramowanie jest przechowywane w EPROMie IC4, sterowanym wprost z wyjścia 29 IC1. Napięcia podtrzymującego dla RAM IC3 dostarcza bateria Bt1.

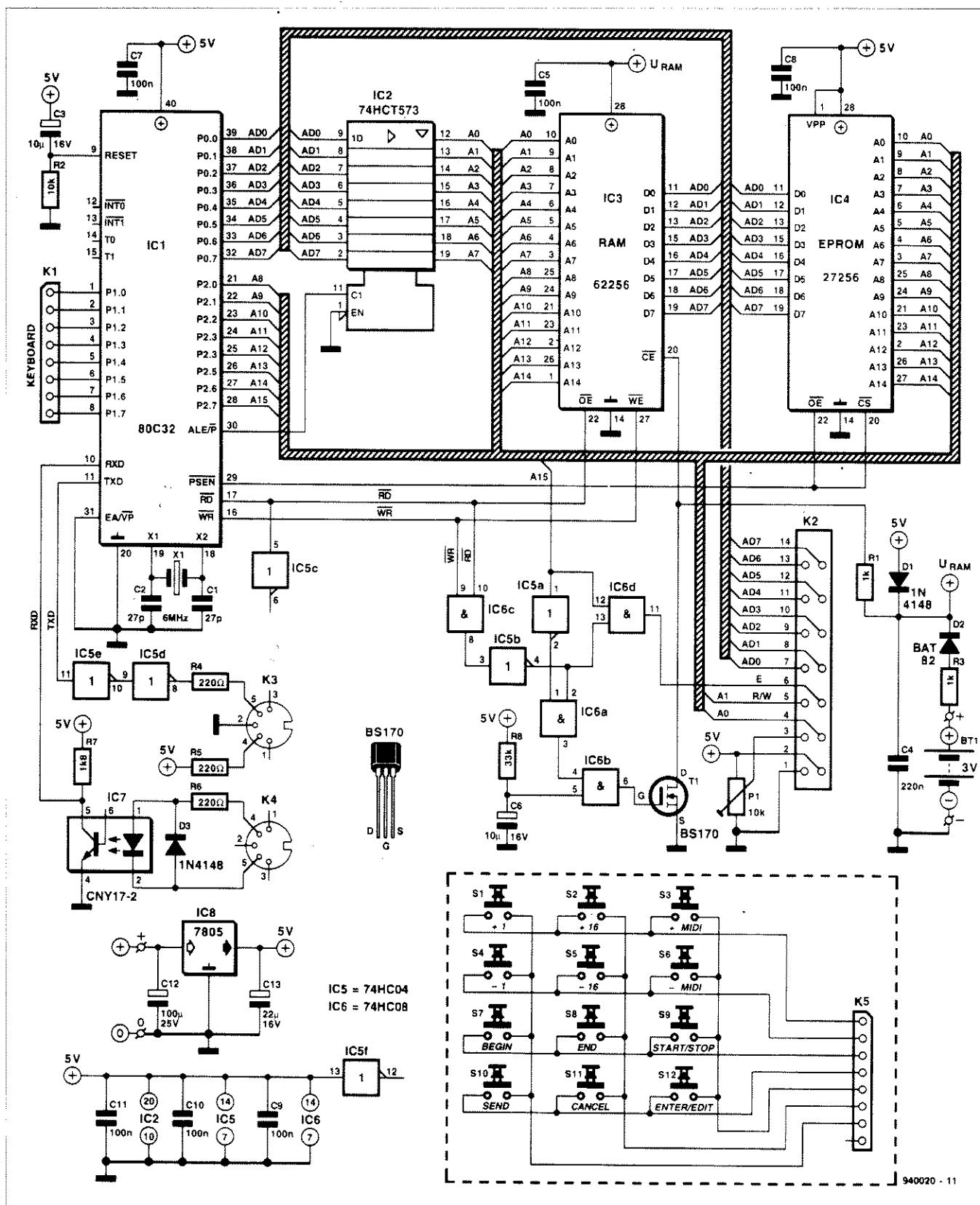
Dekodowanie adresu jest dokonywane przez IC5a, IC5b i IC6. Dane RAM są dekodowane od 0000_H do 7FFF_H przez A15 i wyjścia 17 i 18 IC1. Obwód R8-C6 zapobiega przypadkowemu zaadresowaniu RAM w czasie włączania zasilania (co mogłoby zniszczyć wszystkie zarejestrowane dane).

Wyświetlacz ciekłokrystaliczny o pojemności 2x16 znaków jest przyłączony przez K2. Moduł ten umieszczono

pod adresem 8000_H: adresy parzyste wybierają rejestr zleceń (8000 = zapisz, 8002 = odczytaj), a adresy nieparzyste wybierają rejestr danych (8001 = zapisz, 8003 = odczytaj). Układ jest zasilany ze standardowego zasilacza sieciowego o napięciu ok. 9V, które jest doprowadzane do stabilizatora 5V IC8. Kondensatory C7...C11 blokują zasilanie poszczególnych układów scalonych przed zakłóceniami.



Rys. 1. Zmontowany prototyp, płytka z wyświetlaczem i klawiaturą.



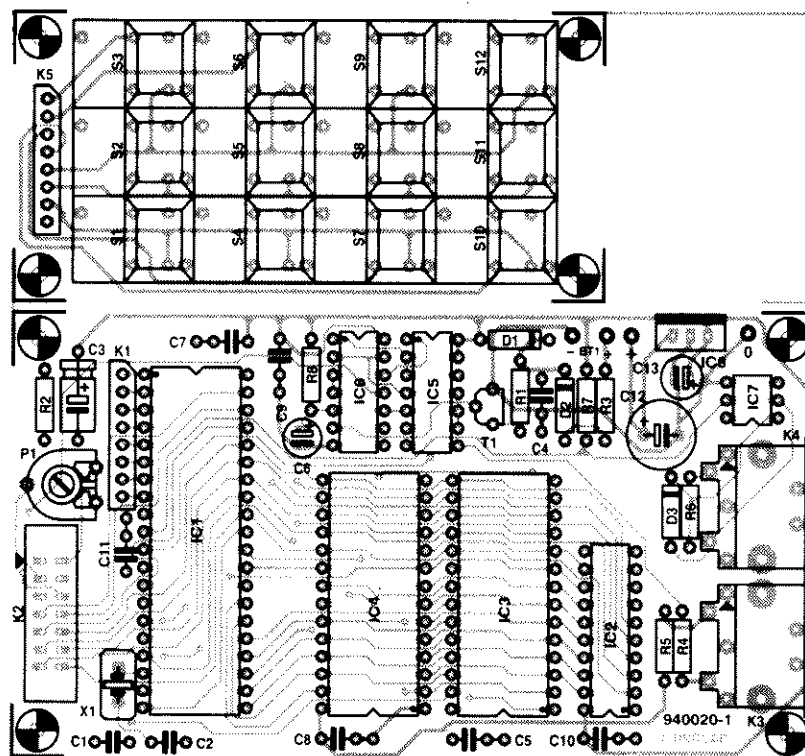
Rys. 2. Schemat elektryczny analizatora MIDI

Montaż

Analizator jest przewidziany do zmontowania na dwustronnej płytce drukowanej z przelotkami. Rozmieszczenie elementów na tej płytce przedstawiono

na **rysunku 3**, zaś mozaikę ścieżek na wkładce. Zapewnienie płytki elementami jest łatwe. Zmontowana płytka wraz z wyświetlaczem i klawiaturą jest pokazana na **rysunku 1**. Warto zwrócić uwagę, że prototyp nie jest w 100%

zgodny z płytką pokazaną na **rys. 3**. Jako baterię podtrzymującą przewidziano ogniwo litowe 3V, ale mogą też to być dwa akumulatory "penlight". Część płytki przeznaczona na klawiaturę może zostać odcięta albo pozostać złą-



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej analizatora MIDI.

czona razem z częścią główną.

Czas rzeczywisty

W odebranych i zapamiętanych danych są zawarte oryginalne impulsy zegarowe, analizator może więc je poprawnie uporządkować. Na początku każdego utworu muzycznego sekwencer wysyła polecenie startu, po którym przez cały czas trwania utworu wysyła

24 impulsy zegarowe na każdą ćwierćnotę. Utwór kończy się poleceniem stopu. Program zawarty w EPROMie umożliwia wysyłanie bajtów we właściwym rytmie, pomiędzy dwoma kolejnymi impulsami zegarowymi.

Użytkowanie

Klawisze 1, 2, 4 i 5 klawiatury służą do przesuwania obrazu na wyświetla-

czu o ± 1 lub ± 16 pozycji w pamięci. Klawisze 3 i 6 umożliwiają wyświetlenie poprzedniego lub następnego polecenia MIDI. Klawisze 7 i 8 wyznaczają blok, który ma zostać wysłany. Za pomocą klawisza 9 rozpoczyna się i kończy zapamiętywanie danych. Klawisz 11 służy do kasowania. Klawisz 12 służy do rozpoczynania obróbki danych (edit) i egzekwuje poszczególne polecenia (enter).

Po włączeniu zasilania analizatora na wyświetlaczu pojawia się napis: MIDI DATA ANALYSER. Jeżeli wtedy naciśnie się i przytrzyma klawisz kasowania, to adres pamięci zostanie ustawiony na 0000. Na wyświetlaczu ukaże się wówczas:

```
0000:91 45 40 81
01NotOn G1 064
```

Są to dane przypadkowe, które zależą od zawartości RAM. Pierwsze pole przedstawia adres RAM (na początku 0000). Cztery następne pola to bajty pod czterema następnymi adresami. W "komunikatach kanałowych" dany kanał MIDI jest przedstawiony na początku drugiego wiersza, po czym następuje funkcja, nuta i szybkość. Gdy nadejdą dane, w drugim wierszu pojawi się wyraz "data". W przypadku "komunikatów systemowych" na po-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R3: 1k Ω
R2: 10k Ω
R4...R6: 220 Ω
R7: 1,8k Ω
R8: 33k Ω
P1: 10k Ω potencjometr montażowy

Kondensatory

C1, C2: 27pF
C3: 10 μ F/16V, leżący
C4: 220nF
C5, C7...C11: 100nF
C6: 10 μ F/16V, stojący
C12: 100 μ F/25V, stojący
C13: 22 μ F/16V, stojący

Półprzewodniki

D1, D3: 1N4148
D2: BAT82
T1: BS170
IC1: 80C32

IC2: 74HC573

IC3: 62256

IC4: 27256, EPROM zaprogramowany, kod 956507-1

IC5: 74HC04

IC6: 74HC08

IC7: CNY17-2

IC8: 7805

Różne

wyświetlacz LCD 2 x 16 znaków (np. Sharp LM16A21)

K1, K5: 8-stykowe złącze SIL

K2: 14-stykowy box header

K3, K4: kątowe 5-stykowe gniazdko DIN do druku

S1...S12: przyciski digitast

X1: rezonator kwarcowy 6MHz

B1: bateria 3V (patrz tekst)

płytko drukowana + EPROM, kod 940020-C

czątku drugiego wiersza pojawia się znak odwróconego S. W trybie tej funkcji, który można uważać za tryb standardowy, wszystkie odebrane bajty bez trudności przechodzą dalej.

Pamięć może być przeglądana w trybie przeźroczystym za pomocą klawiszy 1...6, oczywiście, o ile ten utwór został zarejestrowany.

Klawisze "początek bloku" (7) i "koniec bloku" (8) służą do zaznaczenia początku i końca bloku, który ma zostać wyemitowany.

Po naciśnięciu klawisza 12 układ przechodzi w tryb edycji. Wyświetlany wtedy bajt może zostać zmieniony za pomocą klawiszy 1, 2, 4 i 5. Dokonane zmiany są wprowadzane ponownym naciśnięciem klawisza 12 albo kasowane klawiszem 11.

Klawisz stop/start (9) służy do rozpoczęcia rejestracji danych. Na wy-

świetlaczu ukaże się żądanie potwierdzenia. Jeżeli instrukcja ta ma zostać skasowana, należy nacisnąć klawisz 11, jeżeli zaś kontynuowana, klawisz 12. Wtedy na wyświetlaczu pojawi się napis:

RECORDING

<STOP> to abort

Gdy tylko zostanie odebrany bajt, zostanie wyświetlona nuta. Rejestracja danych zostaje zakończona po przyśnięciu klawisza start/stop albo gdy pamięć zostanie zapelniona. W pierwszym wypadku zostanie wyświetlona liczba zarejestrowanych bajtów, a w drugim napis "memory full".

Dane zostają wysłane po naciśnięciu klawisza emisji (10). Na wyświetlaczu pokażą się dwie możliwości do wyboru:

<+1>:Real Time

<-1>:Send Block

Drugi wiersz oznacza, że w wyniku

naciśnięcia klawisza 4 zostanie wyemitowany zaznaczony blok. Gdy zostanie naciśnięty klawisz 1 ("+"), procesor zacznie poszukiwać w pamięci informacji czasu rzeczywistego. Jeżeli ich nie znajdzie, to zostanie to zakomunikowane na wyświetlaczu. Jeżeli ta informacja jest dostępna, to wyświetlacz poinformuje, że należy wybrać tempo w postaci liczby taktów na minutę (BPM):

Select BPM

(30-400): 120

Liczbę taktów wybiera się naciskając klawisz 1 i wprowadzając liczbę z zakresu 30 do 400. Po dokonaniu wyboru dane zostaną wyemitowane po naciśnięciu klawisza 12 lub skasowane naciśnięciem klawisza 11. Klawiszem 9 (start/stop) można przerywać emisję. ■

AVT

oferuje:

Inteligentny kasownik pamięci EPROM (EE 6/94, str. 46)

Jak wiadomo - "Czas to pieniądź", a kasowanie pamięci EPROM jest jednym z bardziej "czasochłonných" zadań, z jakimi spotyka się współcześnie miłośnik wszelkiej maści mikrokontrolerów i procesorów. Autor artykułu opisującego prezentowane przez nas urządzenie musiał spotkać się z przedstawionym problemem, co zaowocowało niezwykle udaną i nowoczesną konstrukcją - w "inteligentnym" kasowniku czas kasowania pamięci został skrócony do niezbędnego minimum. Wbudowany sterownik (w nim zaszyta jest cała "inteligencja" kasownika) kontroluje zawartość kolejno wszystkich komórek pamięci i zatrzymuje kasowanie w momencie wykrycia pod wszystkimi adresami stanu FF, oznaczającego poprawne wykasowanie pamięci. Konstrukcja układu pozwala na obsługę pamięci następujących typów: 2764, 27128, 27256 oraz 27512 we wszystkich wersjach. Zastosowana 28-końcówkowa podstawka ZIF (ang. Zero Insertion Force) zapewnia poprawną pracę przez długi czas intensywnej eksploatacji w warunkach pracowni konstrukcyjnej.



Płyta do prezentowanego urządzenia jest dostępna w ofercie AVT (nr kodu P-940058-1). Wykonano ją w Polsce z zachowaniem standardów jakościowych i technologicznych odpowiadających najostrzejszym wymaganiom oryginalnych norm holenderskich.

DŁUGOWIECZNA LAMPKA NOCNA

Lampki nocne są często przedmiotem sporów. Dla jednych są niezbędne do spania, inni nie mogą zasnąć przy ich świetle. Zwłaszcza dzieci czują się znacznie pewniej, gdy w pokoju jest jakieś światło. Lampka nocna oddziałuje uspokajająco, ponieważ staje się punktem orientacyjnym w czasie lekkiego snu i zaraz po przebudzeniu.

H. Bonenkamp

Automatyczna lampka nocna ma dwie szczególne cechy. Po pierwsze, w zależności od natężenia otaczającego światła wyłącznik światłoczuły włącza ją i wyłącza automatycznie. Po drugie, lampka nigdy nie wymaga wymiany żarówki, ponieważ po prostu jej nie ma.

W handlu są dostępne dwa rodzaje lampek nocnych. Tańsze z nich zawierają neonówkę i po włączeniu świecą bez przerwy. Droższe zaś mają małą żarówkę i włączający je w ciemności wyłącznik światłoczuły. Oba rodzaje lampek mają swoje wady i zalety. Lampki z neonówką są tanie i zużywają niewiele energii. Z drugiej strony, włączone bez przerwy marnują jednak energię, a ich światło jest często zbyt słabe. Lampki automatyczne dają więcej światła za cenę większego zużycia energii. Wymagają także od czasu do czasu wymiany żarówki. Idealnym kompromisem pomiędzy tymi dwoma rodzajami byłaby lampka ze światłoczułym wyłącznikiem i ekonomicznym źródłem światła, o takiej żywotności jak neonówka, ale o większej jasności.

Wymagania te wydają się sprzeczne, pomimo to jednak proponowana konstrukcja wydaje się je spełniać, zastępując żarówkę kilkoma superjasnymi LED.

Wymagania

Przed szczegółowym omówieniem układu warto sprecyzować wymagania, jakie winien on spełniać. A zatem - najpierw wyłącznik. Musi to być niezawodny przełącznik o regulowanej czułości, sterowany oświetleniem. Musi on także charakteryzować się racjonalnym zakresem histerezy, zapobiegającej oscylacyjnemu przełączaniu

lampki wokół progowego natężenia światła. Przełącznik winien być także odporny na krótkotrwałe zmiany otaczającego oświetlenia. Oprócz tego, pożądana byłaby możliwość dobrania natężenia światła przez wybór ilości super-LED bez zmiany jasności poszczególnych diod.

Należy wziąć także pod uwagę aspekt bezpieczeństwa. Nocna lampka, używana w pokoju dzieciennym, musi być absolutnie bezpieczna, z dobrą izolacją elektryczną pomiędzy siecią a elementami dostępnymi z zewnątrz. Wreszcie lampka nocna powinna mieć zwartą budowę, która umożliwi włączenie jej wprost do gniazda sieciowego, bez jakichkolwiek przewodów i bez zewnętrznego wyłącznika.

Cztery tranzystory

Wszystkie te wymagania mogą być spełnione przez stosunkowo prosty układ. Na schemacie elektrycznym pokazanym na **rysunku 1** widać, że zawiera on tylko cztery tranzystory, cztery LED i kilka elementów biernych. LED D2...D5 z prawej strony schematu dostarczają światła. Użyto tak zwanych super-czerwonych LED o średnicy 8mm. Ich rozpraszająca osłona emituje "miękkie" światło w kącie 120°, o natężeniu około 500mCd przy prądzie diody 20mA. Montaż wszystkich diod wykazanych na schemacie nie jest konieczny. Zależnie od wymaganego natężenia światła można użyć jednej, dwóch, trzech albo czterech super-LED; dzięki zasilającemu je źródłu prądowemu nie trzeba niczego zmieniać w schemacie. Źródło prądowe składa się z T4, R8 oraz diod D6 i D7, utrzymujących na bazie T4 stałe

napięcie około 1,2V. Na R8 odkłada się zatem napięcie około 0,6V, a ponieważ oporność R8 wynosi 27Ω, przez emiter i kolektor płynie stały prąd około 22mA.

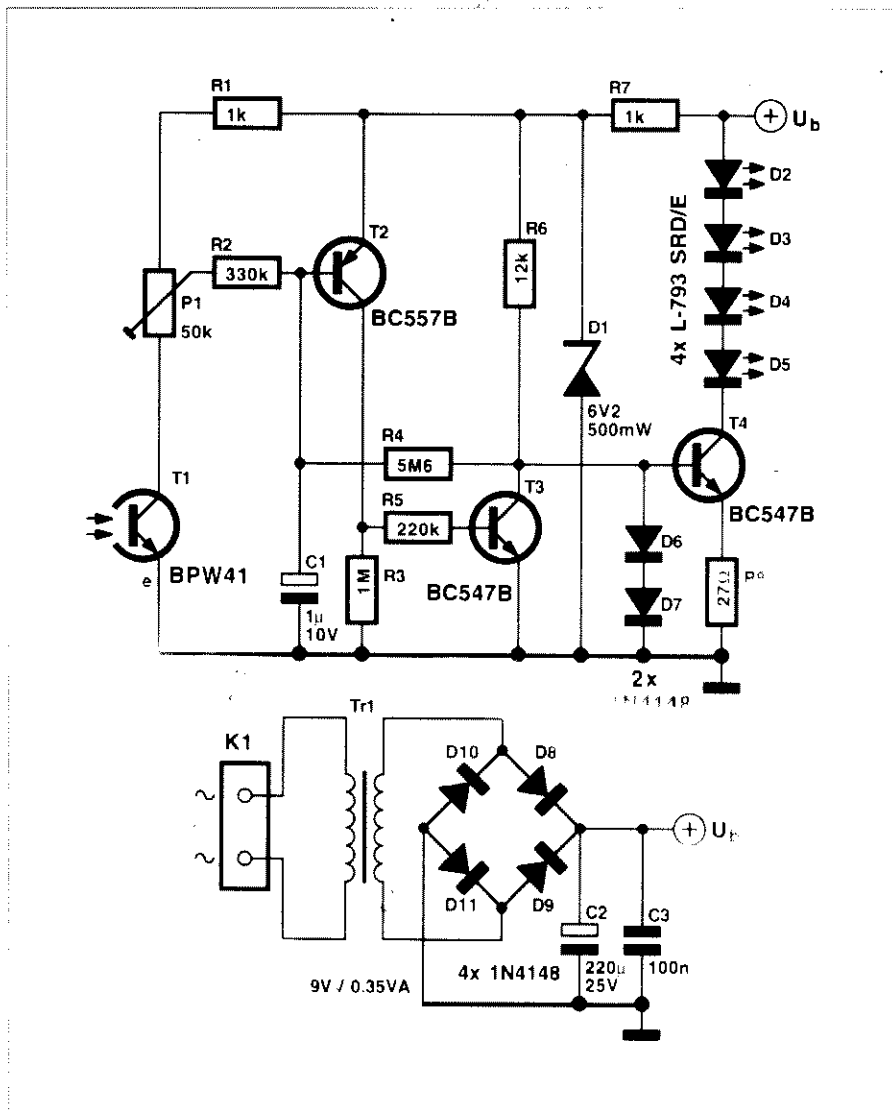
Źródło prądowe jest włączane i wyłączane przez T3, będący końcowym stopniem światłoczułego przełącznika. W jego skład wchodzi także tranzystory T1 i T2. T1 jest fototranzystorem, służącym jako czujnik oświetlenia. Im silniejsze jest oświetlenie T1, tym większy płynie przez niego prąd. Poniżej pewnego progu oświetlenia T1, dobrego potencjometrem P1, rozpoczyna się przewodzenie T2, co z kolei włącza T3 i LEDy zaczynają świecić ze stałym natężeniem.

Dodatknie sprzężenie zwrotne przez rezystor R4 wprowadza do układu potrzebną histerezę. Dopóki działa źródło prądowe, część napięcia kolektora T3 (wywołującego około 1,2V) dochodzi przez R4 do bazy T2. Tranzystor T2 jest typu pnp, więc dodatkowe napięcie nieco go przytyka, zaś próg, który fotoprąd T1 ma do pokonania, zostaje nieco podwyższony.

Gdy odbierany przez T1 poziom oświetlenia wywołuje w nim dostateczny prąd przewodzenia, skutek sprzężenia przez R4 jest odwrotny. T2 i T3 zaczynają wtedy przewodzić, a napięcie na kolektorze T3 znacznie się obniża. Oddziałuje to przez R4 na bazę T2, wywołując w tym tranzystorze dalszy wzrost prądu. W rezultacie, do przerzucenia przełącznika potrzebny jest teraz stosunkowo znaczny spadek fotoprądu. Sprzężenie przez R4 dostatecznie różnicuje poziomy włączenia i wyłączenia, aby nie występowały oscylacyjne przełączenia.

Kondensator C1 zapobiega reakcjom





WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R7: 1k Ω

R2: 330k Ω

R3: 1M Ω

R4: 5,6M Ω

R5: 220k Ω

R6: 12k Ω

R8: 27 Ω

P1: 50k Ω , poziomy potencjometr montażowy

Kondensatory

C1: 1 μ F/10V, stojący

C2: 220 μ F/25V, stojący

C3: 100nF

Półprzewodniki

D1: dioda Zenera 6,2V/500mW

D2...D5: L-793 SRD/E (Kingbright)

D6, D7...D11: 1N4148

T1: BPW41 (Siemens)

T2: BC557B

T3, T4: BC547B

Różne

K1: 2-stykowy zacisk śrubowy do druku, rozstaw 7,5mm

Tr1: transformator sieciowy do druku

9V/0,35VA

obudowa zasilacza sieciowego z wtyczką, 100 x 50 x 40mm

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej przedstawia **rysunek 2**. Montaż nie powinien sprawiać jakichkolwiek kłopotów: elementy użyte do budowy lampki nocnej są standardowe i jest ich niewiele. Płytkę pozwala na zastosowanie różnych transformatorów i zamontowanie do czterech LED. Przy mniejszej ich liczbie zamiast diod trzeba włączyć zworki.

Montując układ w obudowie trzeba mieć na uwadze dwie ważne sprawy.

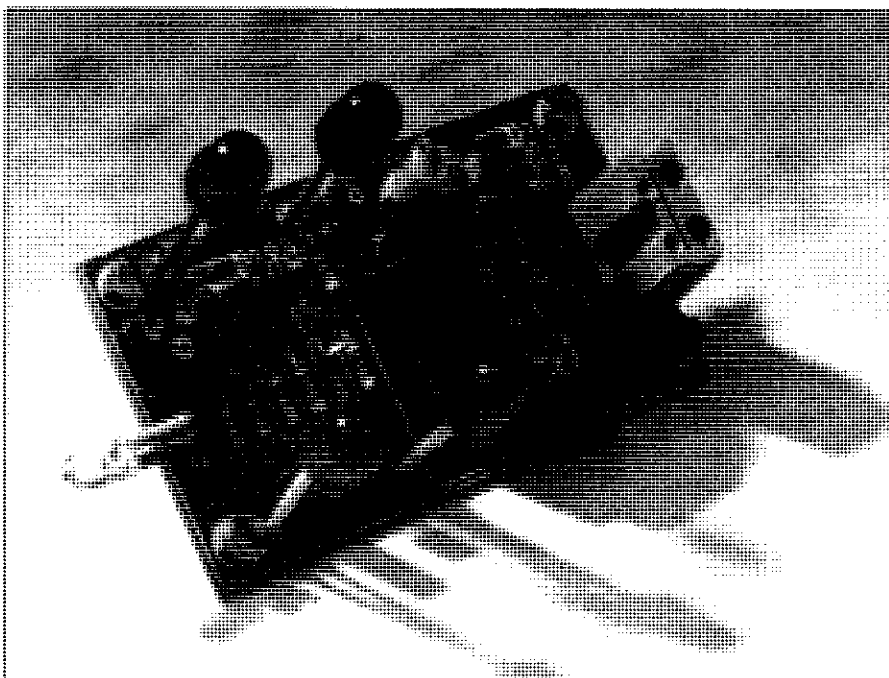
Rys. 1. Układ składa się z fotoczułego przełącznika (T1, T2 i T3) i źródła prądowego (T4), zasilającego super-LED o rozproszonym świetle.

układu na krótkotrwałe zmiany odbieranego przez T1 oświetlenia. Choć jego pojemność nie jest duża, to jednak zmiany napięcia na bazie T2 są dużo powolniejsze niż na suwaku P1.

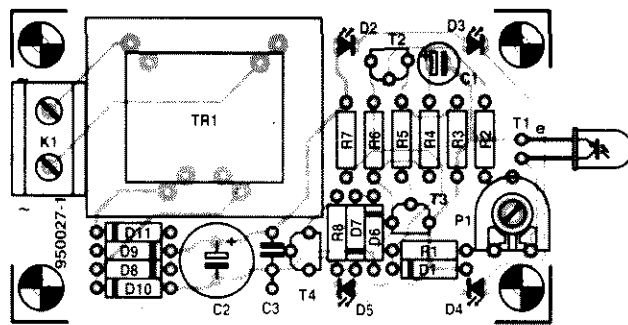
Nocna lampka jest zasilana przez klasyczny zasilacz, składający się z transformatora, mostka prostowniczego i kondensatora buforującego. Układ pobiera bardzo mały prąd, więc użyto bardzo małego transformatora 9V/0,35VA. Z tych samych powodów w prostowniku zastosowano niskoprądowe diody 1N4148. Napięcie zasilania przełącznika elektronicznego jest stabilizowane za pomocą zwykłej diody Zenera 6,2V, co eliminuje wpływ fluktuacji napięcia sieci na układ.

Montaż

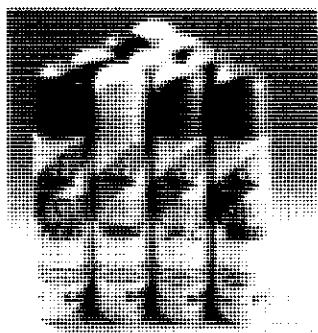
Płytkę drukowaną układu lampki nocnej jest zamieszczona na wkładce.



Po pierwsze, T1 nie może odbierać światła LED, a po drugie, obudowa musi spełniać wymagania bezpieczeństwa elektrycznego. Pierwszy warunek łatwo spełnić mocując tranzystor i diody prostopadle względem siebie. Warunki bezpieczeństwa będą spełnione, jeżeli użyje się obudowy do zasilacza sieciowego zintegrowaną z wtykiem sieciowym. Ze względu na dzieci wkręty należy zabezpieczyć lakierem. Przed zamknięciem obudowy trzeba ustawić potencjometrem P1 właściwy próg przełączania. Najlepiej odczekać do zmroku i ustawić P1 tuż ponad progiem działania.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej lampki nocnej.



C I F

Circuit
Imprimé
Français



to najbardziej znany we Francji producent maszyn, akcesoriów i materiałów do produkcji płytek drukowanych i montażu układów.

Niezwykle popularne na rynku europejskim preparaty CIF są oferowane w unikalnych flakonach pompowanych powietrzem wg systemu ATO'ECO. ATO'ECO w porównaniu z klasycznymi aerozolami wyróżnia się:

- bezpieczeństwem, gdyż nie używa się gazów niebezpiecznych dla człowieka i środowiska;
- ekonomią, gdyż jeden flakon można używać wielokrotnie, uzupełniając płyn (do 1000 razy).

Wszystkie flakony ATO'ECO mają objętość 125ml. Płyny do uzupełniania flakonów ATO'ECO są oferowane w butlach o pojemności 1l.

APRES SOUDURE

Mycie płytek drukowanych po lutowaniu. Przygotowanie płytek do lakierowania.

Opakowanie	Kod	Cena zł
ATO'ECO 125ml	AR 132	21,60
Zapas 1l	AR 1322	73,80

CONTACT SEC

Mycie wszelkich materiałów izolacyjnych i metali bez naruszania lakierów, nadruków, gumy, plexi i tworzyw. Do wszelkich aparatów elektrycznych.

elektronicznych i telefonicznych. Wytrzymałość elektryczna 30kV/cm.

Opakowanie	Kod	Cena zł
ATO'ECO 125ml	AR 126	20,20
Zapas 1l	AR 1262	55,30

CONTACT

potencjometry. Po warstwie dielektrycznej.

Opakowanie	Kod	Cena zł
ATO'ECO 125ml	AR 127	20,20
Zapas 1l	AR 1272	47,20

DECRANS

Mycie ekranów, monitorów i obudów z tworzyw sztucznych.

Opakowanie	Kod	Cena zł
ATO'ECO 125ml	AR 131	18,90
Zapas 1l	AR 1312	20,70

ANTISTATIC PLUS

Eliminuje zjawiska elektrostatyczne na wszelkich powierzchniach z tworzyw sztucznych

Opakowanie	Kod	Cena zł
ATO'ECO 125ml	AR 133	17,00
Zapas 1l	AR 1332	37,00

DEGRIPPANT LUBRIFIANT

Do smarowania drobnych mechanizmów. Neutralny dla metali, tworzyw, nadruków. Nie zawiera kwasów.

Opakowanie	Kod	Cena zł
ATO'ECO 125ml	AR 128	19,30
Zapas 1l	AR 1282	40,50

NETTOYANT PC

Mycie bardzo brudnych obudów z tworzyw sztucznych - szczególnie do sprzętu PC

Opakowanie	Kod	Cena zł
ATO'ECO 125ml	AR 130	16,00
Zapas 1l	AR 1302	28,00

DECRASSANT SUPERAC

Do odtłuszczania wszelkich powierzchni. Neutralny dla lakierów, gumy, tworzyw i metali żelaznych.

Opakowanie	Kod	Cena zł
ATO'ECO 125ml	AR 129	16,70
Zapas 1l	AR 1292	29,20

DISSOLVANT D'ENCRE

Do usuwania atramentu i tuszu w drukarkach, plotterach itp. Nie narusza powierzchni plastikowych.

Opakowanie	Kod	Cena zł
ATO'ECO 125ml	AR 134	19,00
Zapas 1l	AR 1342	43,70

W/w artykuły oferuje AVT - wyłączny dystrybutor wyrobów CIF na terytorium Polski.

Sprzedaż w sklepach firmowych AVT:

Warszawa, ul. Graniczna 4, tel. (0-22) 24 96 18, **Olsztyn**, Pl. Pułaskiego 6, tel. (0-89) 27 44 37, **Kraków**, ul. Limanowskiego 27, także wysyłka za zaliczeniem pocztowym: koszty przesyłki wynoszą: 4,- zł dla przesyłek o wartości mniejszej niż 40,- zł, 10% ceny dla przesyłek o wartości od 40,- zł. do 200,- zł. oraz 20,- zł dla przesyłek o wartości większej niż 200,- zł.

Ceny podano bez podatku VAT (22%).

CYFROWE PROCESORY SYGNAŁOWE DSP

Intencją niniejszego artykułu jest krótkie wprowadzenie do cyfrowych procesorów sygnałowych (Digital Signal Processor - DSP) i wyjaśnienie, co je różni od tradycyjnych procesorów i mikrosterowników. W opisie posłużono się przykładem rodziny ADSP-2100 firmy Analog Devices, do której należy procesor ADSP-2105, który został zastosowany w opisanym w tym samym numerze Elektora generatorze funkcyjnym.

L. Lemmens

Podstawą teorii DSP jest twierdzenie Shannona o próbkowaniu (1949), które precyzuje, jak często zmienny w czasie sygnał musi być sprawdzany, aby mógł zostać dokładnie zrekonstruowany na podstawie próbek cyfrowych. Twierdzenie to można prosto wyrazić w następujący sposób:

Sygnał wyrażony funkcją $f(t)$ może zostać dokładnie odtworzony na podstawie próbkowania funkcji $f(t)$ z częstotliwością nie niższą niż podwojona częstotliwość jej najwyższej składowej.

Na przykład, dokładne odtworzenie kształtu sygnału audio o najwyższej częstotliwości 18kHz jest możliwe dopiero przy próbkowaniu z częstotliwością 36kHz.

Próbkowanie sygnału z częstotliwością niższą od częstotliwości jego najwyższej składowej prowadzi do zjawiska zwanego "aliasing" (utożsamienie). W jego wyniku, w odtworzonym sygnale można otrzymać zupełnie inną częstotliwość, błędnie identyfikowaną jako częstotliwość pierwotną.

Wielofunkcyjność

Wbrew swojej nazwie cyfrowe procesory sygnałowe są przeznaczone do przetwarzania sygnałów analogowych. Ponieważ są to jednak urządzenia cyfrowe, sygnał musi najpierw przejść przez przetwornik analogowo-cyfrowy. Po przetworzeniu bardzo często jest potrzebny przetwornik cyfrowo-analogowy. Zwykle te dwie konwersje nie są wykonywane przez DSP, lecz przez przetworniki zewnętrzne.

W trakcie digitalizacji sygnałów analo-

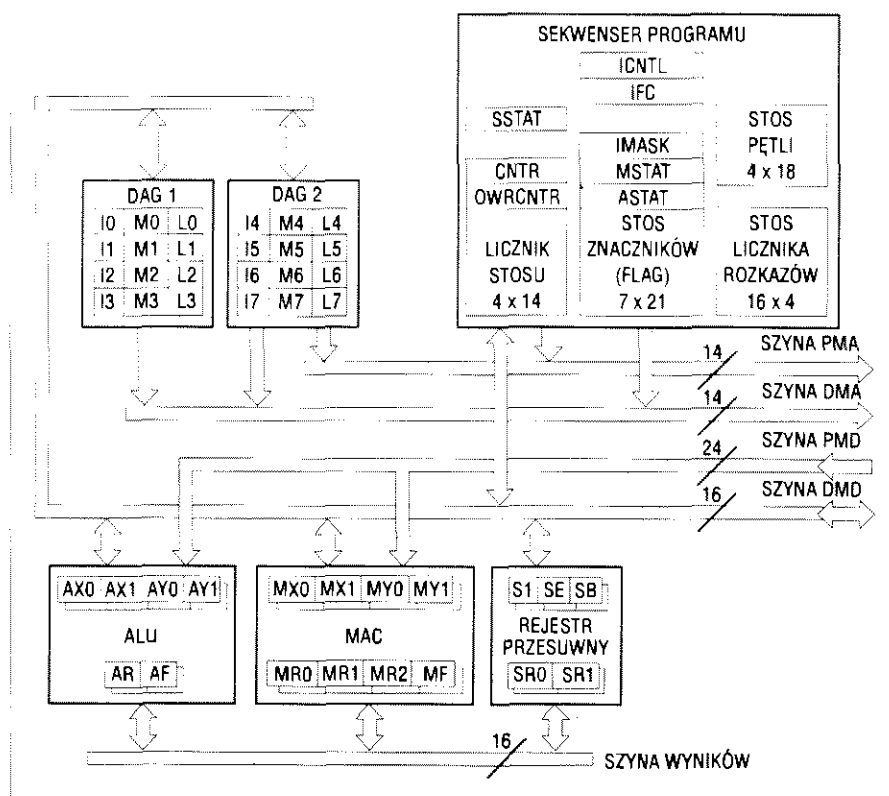
gowych są one w ustalonych odstępach czasu przekształcane w szeregi liczb. Seria powstających liczb przechodzi przez filtr cyfrowy (lub filtry), a jej widmo częstotliwościowe zostaje określone przez Dyskretną Transformację Fourierowską (DFT) lub Szybką Transformację Fourierowską (FFT). Określanie widma znajduje się w centrum obszaru zastosowań DSP, poczynając od rozpoznawania mowy, na analizie danych sejsmicznych kończąc. Matematyka będąca podstawą teorii próbkowania i transformacji Fouriera

jest zbyt skomplikowana, aby ją omawiać w tego rodzaju wprowadzającym artykule; w razie potrzeby dociekliwy Czytelnik znajdzie ją w wielu podręcznikach. W praktyce jednak matematyka sprowadza się do obliczania serii iloczynów. Obliczenia takie polegają na:

- (a) pobraniu dwóch liczb z pamięci,
- (b) pomnożeniu ich,
- (c) chwilowym przechowaniu wyniku,
- (d) zapisaniu wyniku w pamięci.

Standardowe procesory nie tylko nie zawierają układu mnożącego, ale do wykonania tej operacji potrzebują wielu cykli. Cyfrowe procesory sygnałowe w czasie jednego cyklu mogą wykonywać szereg czynności równocześnie i do tego w czasie rzeczywistym.

Typowy procesor DSP z rodziny ADSP-2100 pracuje z częstotliwością 12,5MHz i w czasie jednego cyklu zegarowego trwającego 80ns wykonuje jedną instrukcję. Wszystkie instrukcje są wykonywane w czasie jednego cyklu, zatem 1MIPS (milion instrukcji



Rys. 1. Schemat blokowy procesora ADSP-2105.

na sekundę) = 1MHz. Elastyczna architektura tego procesora i obszerny zbiór jego instrukcji umożliwiają wykonywanie wielu operacji równoległych. W jednym cyklu ADSP-2100 może:

- wygenerować następny adres programu,
- pobrać następną instrukcję,
- wykonać jedno lub dwa przesunięcia danych,
- uaktualnić jeden lub dwa wskaźniki adresowe danych,
- wykonać operację obliczeniową.

Architektura

Na **rysunku 1** jest przedstawiony uproszczony schemat blokowy ADSP-2105. Procesor ten zawiera trzy niezależne jednostki obliczeniowe: jednostkę arytmetyczno-logiczną (ALU), mnożnik-akumulator (MAC) i przesuwnik (shifter). Jednostki te bezpośrednio przetwarzają dane 16-bitowe i mogą wykonywać obliczenia o wielokrotniej dokładności.

ALU wykonuje standardowy zestaw operacji arytmetycznych i logicznych, także funkcje pierwotne dzielenia.

MAC wykonuje jednocyklowe mnożenie oraz operacje mnożenia/dodawania i dzielenia/odejmowania.

Przesuwnik wykonuje przesunięcia logiczne i arytmetyczne, normalizację, denormalizację i dokonuje operacji wykładniczych. Przesuwnik może być użyty do skutecznej realizacji każdego stopnia formalnego sterowania cyfrowego, łącznie z pełnym odwzorowaniem zmiennoprzecinkowym.

Jednostki obliczeniowe są zgrupowane równolegle zamiast szeregowo, co prowadzi do elastycznego porządkowania operacji. Jednostki te łączy wewnętrzna magistrala wyników (R), tak że wyjście którejś z nich w następnym cyklu może stać się wejściem każdej.

Skuteczny sekwenser programowy i dwa wydzielone generatory adresowe zapewniają sprawne użycie jednostek obliczeniowych. Sekwenser programowy generuje adresy następnych instrukcji. Sekwenser umożliwia wykonywanie w jednym cyklu skoków warunkowych i przywoływanie podprogramów oraz powroty, aby do minimum ograniczyć cykle organizacyjne. Korzystając z wewnętrznych liczników i stosów pętli DSP wykonuje pętle programowe bez cykli organizacyjnych (zero-overhead). Dla wykonania pętli nie są potrzebne żadne jawne instrukcje skoków.

Generatory adresów danych (DAG) dokonują aktualizacji wskaźników adresowych. Każdy z DAG pamięta ścieżkę wskaźników adresowych o długości do czterech wskaźników. Jeżeli wskaźnik jest używany do dostępu do danych zewnętrznych (adresowanie pośrednie), jest on modyfikowany przez uprzednio przyjętą wartość. Z każdym wskaźnikiem może zostać związana wartość długości aby implementować automatyczne adresowanie modulo buforów cyklicznych. Przy pomocy dwóch niezależnych DAG procesor może równocześnie generować dwa adresy do pobierania podwójnych argumentów.

Skuteczny transfer danych jest osiągnięty za pomocą pięciu wewnętrznych magistrali:

- magistrali adresowej pamięci programu (PMA),
- magistrali danych pamięci programu (PMD),
- magistrali adresowej pamięci danych (DMA),
- magistrali danych pamięci danych (DMD),
- magistrali wyników (R).

Magistrale pamięci programu (PMA, PMD) i pamięci danych (DMA, DMD) są wyprowadzone poza układ scalony umożliwiając w ten sposób bezpośrednie połączenia z pamięciami zewnętrznymi.

Magistrala DMD jest podstawową magistralą do przesyłania danych wewnątrz układu scalonego oraz do i z zewnętrznej pamięci danych.

14-bitowa magistrala DMA umożliwia bezpośrednie adresowanie zewnętrznej pamięci 16kx16. Chociaż głównym zadaniem pamięci programu jest przechowywanie instrukcji, to może ona także przechowywać dane. W takim wypadku magistrala PMD tworzy ścieżkę kierującą dane do i z pamięci programu, pozwalającą na pobieranie podwójnych argumentów.

14-bitowa magistrala PMA umożliwia bezpośrednie adresowanie zewnętrznej pamięci 16kx24, dającej się powiększyć do 32kx24 za pomocą sygnału dostępu do danych pamięci programu (PMDA) jako piętnastej linii adresowej.

Generatory adresów danych umożliwiają pośrednie adresowanie danych przechowywanych w pamięciach zewnętrznych. W procesorze są dwa niezależne DAG, więc mogą być równocześnie adresowane dwa argumenty danych (jeden w pamięci programu

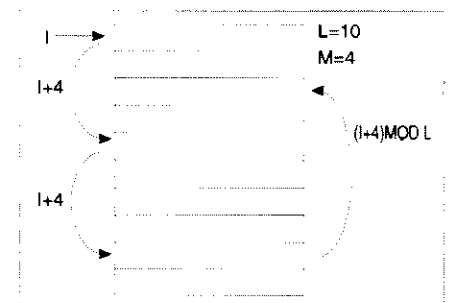
i jeden w pamięci danych).

Oba generatory są identyczne, nie licząc tego, że DAG1 ma opcję odwracania bitów na wyjściu i może generować tylko adresy pamięci danych, podczas gdy DAG2 może generować oba adresy, pamięci programu i pamięci danych, ale nie ma opcji odwracania bitów.

W każdym z DAG są trzy zbiory rejestrów (register files): zbiór rejestrów modyfikowania (MO), zbiór rejestrów pośrednich (I) i zbiór rejestrów długości (L). Każdy z tych zbiorów rejestrów zawiera po cztery rejestry 14-bitowe, dające się odczytać i załadować przez magistralę DMD. W rejestrach I są przechowywane aktualne adresy, używane do dostępu do pamięci zewnętrznej.

Gdy używa się trybu adresowania pośredniego, zawartość wybranego rejestru I zostaje wprowadzona albo do magistrali PMA albo DMA. Jest ona następnie modyfikowana przez dodanie zawartości wybranego rejestru M. Zmodyfikowany adres jest kontrolowany przez układ formujący "modulus logic". Z każdym rejestrem I jest związany rejestr L, który może zawierać długość bufora adresowanego przez rejestr I. W razie przepełnienia wskaźnik jest umieszczany modulo L na początku rejestru - zob. **rysunek 2**. Rejestr L, wspólny z "modulus logic", umożliwia adresowanie bufora cyklicznego, używanego na przykład do bezpośredniej syntezy cyfrowej (DDS) w opisanym w tym samym numerze Elektora generatorze funkcji z procesorem DSP. Ustawienie długości bufora równej zero wytycza "modulus logic".

Sekwenser programu jest wyposażony w takie skuteczne i elastyczne mechanizmy sterowania przepływem programu, jak tworzenie pętli bez cykli organizacyjnych, jednocyklowe odgałęzianie (tak warunkowe jak bezwarun-



Rys. 2. Jeżeli w trakcie skanowania rejestru zdarzy się przepełnienie, to wskaźnik jest umieszczany modulo L na początku rejestru.

kowe) oraz automatyczna obsługa przerw.

Porządkujący (sequencing) układ logiczny steruje przepływem wykonywania programu. Wysyła adresy pamięci programu do magistrali PMA z jednego z czterech źródeł: rejestr następnikowy PC, stos PC, rejestr instrukcji lub sterownik przerw. Selektor źródła następnego adresu decyduje, opierając się na słowie bieżącej instrukcji i statusie procesora, które z tych czterech źródeł zostanie wybrane. Piątym możliwym źródłem następnego adresu pamięci programu jest DAG2, gdy jest wykonywany pośredni skok względem zawartości rejestru.

Licznik pętli jest używany w pętli DO-UNTIL (rysunek 3), nie ma więc tu zmiennej, która musiała by być sprawdzana przez program, jest natomiast rejestr, który automatycznie zmniejsza stan i sygnalizuje osiągnięcie warunku końcowego (CNTR=0).

Gdy jest potrzebne pobranie danych z pamięci programu, to automatycznie zostaje dołączony dodatkowy cykl pa-

Adres umieszczony na stosie licznika rozkazów

Adres umieszczony na stosie pętli

CNTR=10

DO ENDLOOP UNTIL CE

{Pierwsza instrukcja pętli} :
{Następna instrukcja pętli} :
ENDLOOP: {Ostatnia instrukcja pętli} :
{Pierwsza instrukcja poza pętlą} :

licznik sprzętowy

wypełnienie licznika

Rys. 3. Przykład pętli DO-UNTIL w DSP. Procesor ma dyskretny licznik pętli.

mięci celem umożliwienia pobrania następnej instrukcji. Dla unikania takich dodatkowych cykli, układ korzysta z wewnętrznej pamięci instrukcji (cache) zawierającej do 16 instrukcji, służącej jako alternatywne źródło następnej instrukcji. Układ monitorowania cache'u w sposób przeźroczysty określa, czy zawartość cache'u jest aktual-

na. Dodatkowy cykl instrukcyjny jest zbędny, gdy w cache'u znajduje się następna instrukcja. ■

Informacje zawarte w tym artykule są oparte na Data Sheets firmy Analog Devices, jednak firma ta nie bierze żadnej odpowiedzialności za ich użycie ani za wynikające z ich stosowania naruszenie cudzych praw patentowych.



oferuje:

Cyfrowa skala częstotliwości (EE 7/94, str. 28)

Miernik częstotliwości z możliwością nastawienia częstotliwości przesunięcia (offsetu) jest niezwykle cennym przyrządem dla każdego radioamatora. Pozwala on mianowicie bezpośrednio mierzyć częstotliwości heterodyny i na tej podstawie wskazuje częstotliwość sygnału wejściowego w odbiorniku radiowym.

Uniwersalna konstrukcja miernika pozwala na wybór jednej z siedmiu typowych częstotliwości pośrednich, a dzięki wbudowanemu wzmacniaczowi można mierzyć sygnały z heterodyny o częstotliwościach do 40MHz. Tak dobrany zakres pomiaru z dużym zapasem spełnia wymagania stawiane urządzeniom na pasmo fal krótkich (kończy się ono na częstotliwości ok. 30MHz). Wprowadzie układ ICM7217, zastosowany jako główny licznik pomiarowy, ma zintegrowane w swojej strukturze tylko cztery liczniki dziesiętne, miernik wyświetla częstotliwość z dokładnością 5 cyfr.

Zastosowanie popularnych układów z rodziny TTL-HC oraz CMOS pozwoliło na znaczne obniżenie poboru mocy przez miernik, ograniczenie rozmiarów płytki drukowanej i dość zdecydowanie ogranicza koszt zakupu elementów.



Płytkę do prezentowanego urządzenia jest dostępna w ofercie AVT (nr kodu P-920161).

Wykonano ją w Polsce z zachowaniem standardów jakościowych i technologicznych odpowiadających najostrzejszym wymaganiom oryginalnych norm holenderskich.

AKUMULATORY ALKALICZNE

Akumulator alkaliczno-manganowy przed kilku laty istniał jedynie w postaci pierwotnej, nieładownej, ale od tego czasu pojawiło się w postaci ładowalnego ogniwa wtórnego. Trzeba jednak przyznać, że ten rodzaj ogniwa jest szczególnie popularny w USA i w Kanadzie, zaś w Europie akumulatory alkaliczne wciąż jeszcze są rzadko spotykane, chociaż zapotrzebowanie na takie źródła energii elektrycznej (oraz ich dostawy) nieustannie rośnie. Do producentów tych akumulatorów należą Union Carbide (Eveready) i Ray-O-Vac (obie firmy w USA) oraz Pure Energy Corporation w Kanadzie.

W tych ogniwach zastosowano unikalny system elektrochemiczny; są one bezobsługowe, hermetyczne i mogą działać w każdej pozycji. Ich charakterystyki rozładowania (obniżanie się napięcia, oporność wewnętrzna i samorozładowanie) są bardzo podobne do charakterystyk pierwotnych ogniwa alkaliczno-manganowych. Ich pojemność jest zbliżona do pojemności ogniwa niklowo-metaliczno-wodorkowych (NiMH), która jest nieco wyższa od pojemności akumulatorów NiCd, ale niższa od pojemności pierwotnych ogniwa alkaliczno-manganowych. Akumulatory alkaliczno-manganowe, podobnie jak NiMH, a w przeciwień-

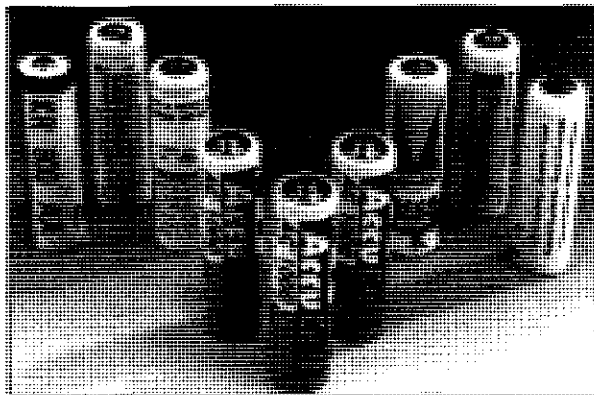
twie do NiCd, nie zawierają ciężkich metali. Są nieco droższe od NiCd, ale tańsze od NiMH.

Proces ładowania (ładowanie impulsowe przy stałym napięciu 1,8V) różni się od ładowania akumulatorów niklowych. Czas ładowania ogniwa wielkości AA/R6/HP7 wynosi 16 do 18 godzin, szybsze ładowanie nie jest (jak dotąd) możliwe. Można je za to ładować w dowolnym momencie, niezależnie od pozostałego w nim ładunku (nie występuje "efekt pamięciowy") - całkowite rozładowanie akumulatora nie jest potrzebne. Zdolność do utrzymywania ładunku w akumulatorach alkaliczno-manganowych jest równie dobra jak w ogniwach pierwotnych.

Dane techniczne

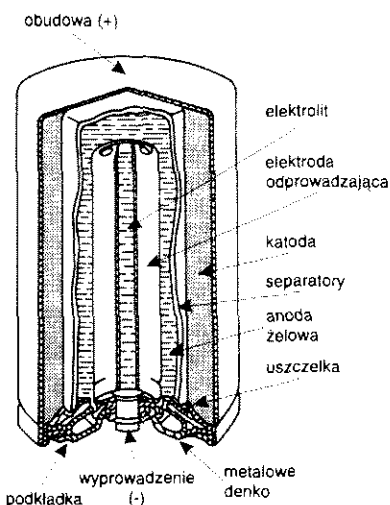
Budowa ogniwa alkaliczno-manganowego jest pokazana na **rysunku 1**. Elektrody są zbudowane z materiału, w skład którego wchodzi sproszkowany cynk i dwutlenek manganu, elektrolitem zaś jest wodorotlenek potasu. Całość jest zamontowana w sposób pokazany na rysunku i hermetycznie zamknięta. Napięcie ogniwa wynosi 1,5V. Baterie o wyższym napięciu wykonuje się łącząc szeregowo wymaganą liczbę jednakowych ogniwa i zamykając je we wspólnej metalowej obudowie.

W trakcie rozładowywania ogniwa dwutlenek manganu oddaje tlen i redukuje swoją masę, a cynk reaguje z tlenem tworząc tlenek cynku. W trakcie ładowania ogniwa tlenek

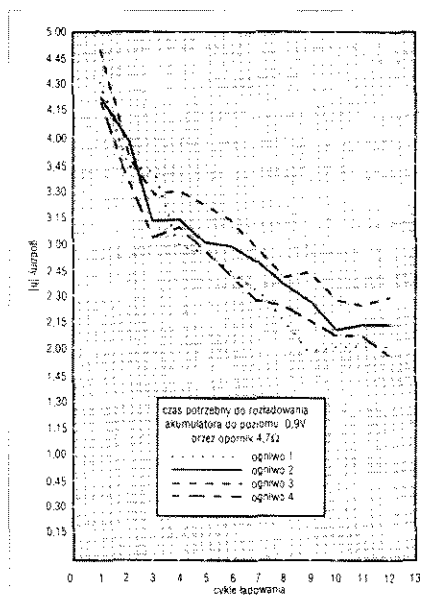


cynku jest redukowany z powrotem do cynku metalicznego, co zostało umożliwione przez zastosowanie znacznie mocniejszych niż w ogniwie pierwotnym separatorów (wykonanych z nietkanego włókna).

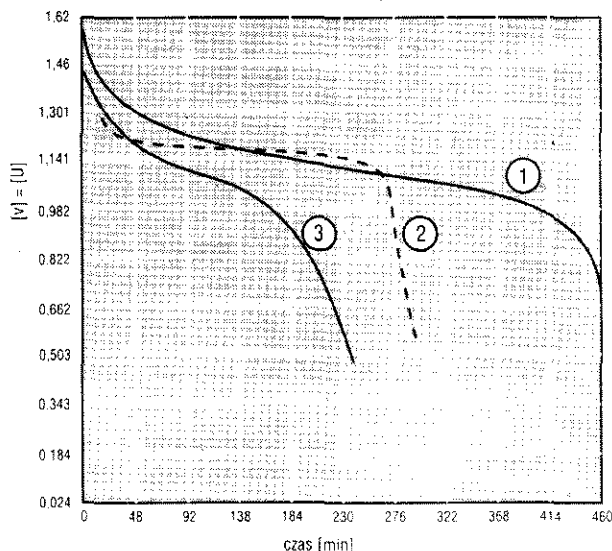
Przy pobieraniu ładunku z ogniwa napięcie na jego zaciskach powoli się obniża. Całkowity ubytek napięcia, wywołany pobraniem określonego ładunku, zwiększa się wraz z liczbą cykli rozładowania-naładowania. Dający się uzyskać z ogniwa ładunek maleje z każdym takim cyklem, chociaż siła elektromotoryczna SEM pozostaje stała. Gdy zapotrzebowanie przekracza dopuszczalną pojemność ogniwa, jego żywotność ulega skróceniu. Jednakże gdy ogniwo jest przez pewien czas rozładowywane maksymalnym prądem, a potem ładowane w sposób zalecany przez producenta, cykl rozładowania-ładowania może być wielokrotnie powtarzany, zanim SEM ogniwa spadnie poniżej 0,9V.



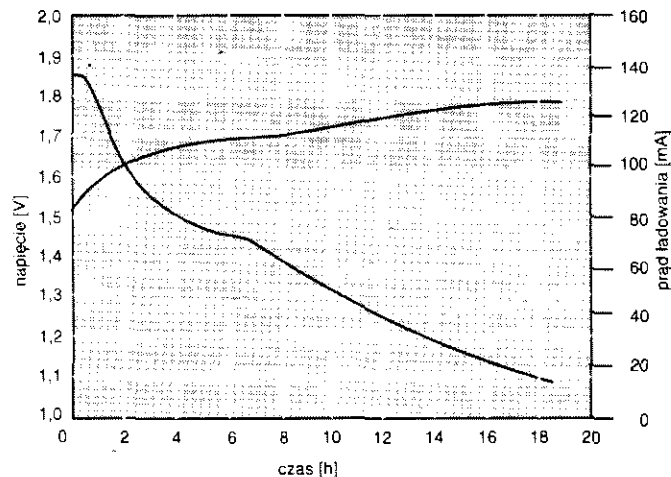
Rys. 1. Budowa akumulatora alkaliczno-manganowego.



Rys. 2. Krzywa rozładowania czterech ogniwa.



Rys. 3. Krzywe rozładowania trzech ogniw HP7: (1) nowego akumulatora alkaliczno-manganowego, (2) NiCd i (3) sporo używanego akumulatora alkaliczno-manganowego.



Rys. 4. Typowe krzywe napięcia ładowania i prądu ładowania akumulatora alkaliczno-manganowego.

Testowanie

W trakcie praktycznego testu cztery ogniwa zostały rozładowane przy pomocy testera jakości ogniw (którego opis jest zamieszczony w tym samym numerze Elektora), a następnie naładowane impulsowo w odpowiedniej ładowarce. Każde z czterech ogniw zostało rozładowane przez rezystor $4,7\Omega$ do napięcia $0,9V$, po czym odłożone na 2 godziny. Następnie były one ładowane przez dokładnie 16 godzin i 30 minut, pozostawiane na 2 godziny w celu ich stabilizacji, a następnie ponownie rozładowane jak poprzednio. Stwierdzono, że czas po którym końcowe napięcie ogniwa obniżało się w trakcie rozładowania do $0,9V$, ustalił się po 10 cyklach rozładowania-naładowania, co przedstawiono graficznie na **rysunku 2**.

Widać, że ogniwa oddawały najwięcej

energii w trakcie pierwszego rozładowania: przy średnim prądzie rozładowania $255mA$ pojemność czterech ogniw zawierała się pomiędzy $1,120Ah$ a $1,230Ah$; pojemność ta okazała się niewielką w porównaniu z pojemnością ogniwa pierwotnego ($1,8Ah$). Co więcej, sporej początkowej pojemności nie da się odzyskać poprzez ładowanie; malała ona systematycznie, ustalając się po 10 cyklach na uprzednio podanej wielkości. Jednakże po 12 cyklach średnia pojemność spadła do $510...638mAh$. Zwraca uwagę ponad 20-procentowa różnica pojemności pomiędzy najlepszym i najgorszym ogniwem.

Wtórne ogniwa alkaliczno-manganowych w porównaniu do NiCd mają szereg zalet. Nie zawierają ciężkich metali, proces ładowania jest bardzo łatwy, zaś ich samorozładowanie jest bardzo małe. Jednakże ich wyższa cena nie jest skompensowana większą pojemnością.

Nad stosunkowo nowymi i drogimi ogniwami niklowo-wodorkowymi NiMH wtórne ogniwa alkaliczno-manganowe mają przewagę lepszego przechowywania ładunku (dzięki mniejszemu samorozładowaniu) i niższej cenie. Za to pojemność NiMH jest wyższa, a czas ładowania krótszy.

Na **rysunku 3** jest pokazana krzywa rozładowania nowego ogniwa alkaliczno-manganowego (1) w porównaniu z krzywą ogniwa $700mAh$ NiCd (2) i mocno już używanego ogniwa alkaliczno-manganowego (3). Wszystkie były rozładowywane przez rezystor

$6,8\Omega$ (prądem około $150mA$). Widać, że napięcie nawet nowego ogniwa alkalicznego jest wyższe od napięcia akumulatora NiCd tylko przez mniej więcej 30% czasu rozładowywania (przy średnich prądach wyładowania). Trzeba jednak pamiętać, że w większości małych urządzeń elektronicznych prąd nie przekracza zazwyczaj $50mA$, więc napięcie ogniwa obniża się bardzo powoli, zatem średnie napięcie zasilające jest wyższe niż napięcie akumulatora NiCd.

Trzeba także pamiętać, że krzywe z **rys. 2** nie mogą być przyjmowane jako podstawa ostatecznej oceny stosowności akumulatorów alkaliczno-manganowych, bowiem testowane egzemplarze pochodzą z początkowej partii i były ładowane w ładowarce z wstępnej produkcji. W tym stadium można przyjąć, że zmniejszenie pojemności przy małych prądach rozładowania i przerywanym rozładowywaniu nie będzie tak duże jak przy średnich czy dużych prądach rozładowania.

Tabela 2. Podstawowe dane techniczne akumulatora alkaliczno-manganowego.

Napięcie nominalne	1,5V
Końcowe napięcie ładowania	1,75V, 1,8V max.
Ciągły prąd rozładowania	0,3A - 0,5A
Impulsowy prąd rozładowania	0,5A - 1,0A max.
Temperatura pracy	- 30°C do + 60°C
Końcowe napięcie rozładowania ..	1,0V, 0,9V min.
Samorozładowanie (typowo)	4% rocznie 0,2% miesięcznie

Tabela 1. Podstawowe właściwości akumulatorów alkaliczno-manganowych.

- ✓ Nominalne napięcie: 1,5V
- ✓ Ładowalność: ponad 100-krotna
- ✓ Duża pojemność: 1Ah (HP7)
- ✓ Można je ładować w dowolnym czasie
- ✓ Bardzo małe samorozładowanie
- ✓ Nie zawierają rtęci, kadmu, ołowiu, ani niklu
- ✓ Charakterystyka rozładowania zbliżona do charakterystyki ogniwa pierwotnego, czyli:
- ✓ Oporność wewnętrzna jest większa od oporności ogniwa NiCd
- ✓ Nie nadają się do dużych prądów rozładowania

Czas na konkluzję

Pojawienie się akumulatorów alkaliczno-manganowych jest interesującym wydarzeniem. Ogniwa te wypadają bardzo korzystnie w porównaniu z akumulatorami NiCd i NiMH pod względem samorozładowania. Są one pod tym względem najlepsze na rynku, nie licząc ogniw litowo-jonowych, których parametry nie mogą być z nimi porównywane.

Pod znakiem zapytania pozostaje praktyczna użyteczna pojemność i liczba cykli rozładowania-ładowania akumulatorów alkaliczno-manganowych. W tym aspekcie stosunek ceny do pojemności w stosunku do innych ogniw wtórnych staje się wysoki.

Nie nadają się one ponadto do zastosowań wymagających dużych natężeń prądu. Nie mogą być szybko ładowane i nie są odporne na głębokie rozładowanie. Konieczność unikania pełnego rozładowania jest znanym problemem akumulatorów ołowiowych, który komplikuje ich użytkowanie (nie jest przyjazne dla użytkownika) i prowadzi do skrócenia żywotności akumulatora. Jeśli chodzi o przyjazność dla środo-

wiska, akumulatorki alkaliczno-manganowe znacznie przewyższają NiCd, jednak na razie oprócz nich alternatywą pozostają jeszcze tylko NiMH.

Metody ładowania

Metoda ładowania impulsowego, opracowana specjalnie dla akumulatorów alkaliczno-manganowych, jest chroniona patentem. Jednakże do prywatnego użytku w ładowarkach własnej konstrukcji nie jest konieczne żadne zezwolenie.

Ze względu na żywotność ogniwa i jego pojemność należy unikać pełnego rozładowania (poniżej 0,9V) akumulatora. Korzystna jest również stabilizacja ogniwa przez 2 godziny przed i 2 godziny po ładowaniu. **NIE WOLNO** ładować nowych ogniw przed użyciem.

Ładowanie odbywa się napięciem stałym, pulsującym z częstotliwością 100Hz, o współczynniku wypełnienia (stosunku długości impulsu do długości przerwy) 5:3. Ładowanie musi zostać zakończone, gdy napięcie na ogniwie wzrośnie do 1,8V. Ładowanie całkowicie rozładowanych ogniw (czyli

rozładowanych do napięcia 0,9V) musi trwać 18...20 godzin. Jeżeli napięcie szczytowe impulsów ładujących jest ograniczone do 1,8V, wówczas - zależnie od wielkości ogniwa - zaleca się użycie rezystorów szeregowych o następujących opornościach:

HP16, AAA, UM4, (Micro).....: 1,5Ω
HP7, AA, UM3, (Mignon): 1,0Ω
HP11, C, UM2, (Baby): 0,5Ω
HP2, D, UM1, (Mono): 0,3Ω

Jeżeli napięcie ładowania jest włączane za pomocą tranzystorów, ich oporności przewodzenia muszą zostać uwzględnione w oporności tych rezystorów.

Jeżeli ładowanie odbywa się impulsowym napięciem stałym 1,8V, wartości skuteczne prądów ładowania w rezystorach lub źródłach prądowych nie mogą przekraczać:

HP16, AAA, UM4, (Micro).....: 60mA
HP7, AA, UM3, (Mignon): 120mA
HP11, C, UM2, (Baby): 200mA
HP2, D, UM1, (Mono): 300mA

W przypadku ładowania na zapas, ładowanie może być dokonywane napięciem stałym, nie impulsowym, o wartości 1,8V. Trzeba wtedy użyć rezystorów szeregowych, ograniczających prąd do podanego powyżej natężenia. ■

AVT oferuje podstawowe typy RADIATORÓW

z nieczernioną powierzchnią (opis w EP 6/94)

Profil	Typ	Cena
	R1-50/T	3,40
	R1/75/T,D,2T	4,80
	R1-100/2T	5,80
	R2-34/D	1,70
	R2-50/T	2,20
	R2-75/T,D	3,40
	R7-50/Tx	3,10
	R7-75/Tx	3,90
	R7-100/Tx	4,80
	R8-34	4,80
	R8-50	5,70
	R8-100	8,60
	R9-34	3,10
	R9-50	3,80
	R9-100	6,00

W symbolach typu radiatora liczba po kresce oznacza długość radiatora w mm, np. dla R2-75/T,D długość wynosi 75mm.

Litery w symbolach typów oznaczają:

T - otwór pod tranzystor

D - otwór pod diodę prostowniczą

Tx - otwór gwintowany pod tranzystor.

W zamówieniu należy podać typ radiatora.

Oferowane podzespoły są sprzedawane w sieci sklepów firmowych AVT:

Warszawa, ul. Graniczna 4, tel. 24-96-18

Olsztyn, Pl. Pułaskiego 6

Kraków, ul. Limanowskiego 27

Zamówienia na sprzedaż wysyłkową prosimy kierować na adres:

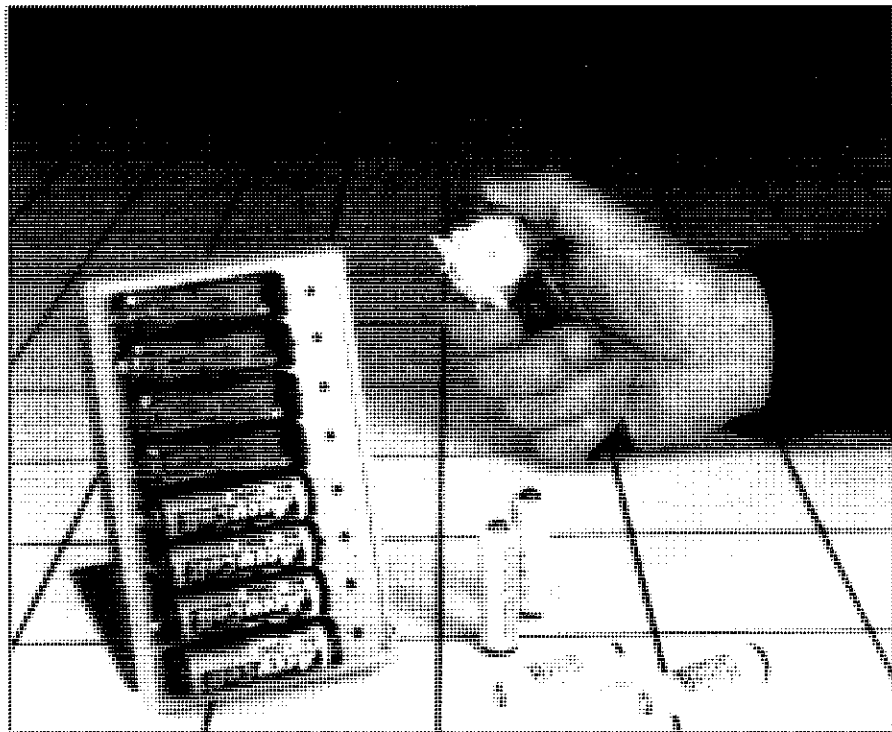
01-900 Warszawa 118,

skr. pocz. 72

tel: (022) 35-66-88, fax: 35-67-67

Dla wysyłek za zaliczeniem pocztowym koszty opakowania i spedycji przesyłki wynoszą 4,00 zł dla przesyłek o wartości mniejszej niż 40,00 zł, 10% wartości przesyłki dla przesyłek o wartości 40,00...200,00 zł, 20,00 zł dla przesyłek o wartości większej niż 200,00 zł.

TESTER JAKOŚCI OGNIW NiCd



Pojemność całkowicie naładowanego ogniwa nikłowo-kadmowego (NiCd) może zostać zmierzona z wystarczającą dokładnością przez rozładowanie go znanym prądem do określonego napięcia. Iloczyn prądu przez czas wyznacza aktualną pojemność. W opisanym układzie rozładowywanie i pomiar napięcia odbywają się pod kontrolą mikroprocesora. Można równocześnie testować do ośmiu ogniw.

A. Rietjens

Rzeczywista pojemność akumulatora NiCd rzadko kiedy osiąga wielkość podaną na etykiecie. Jest to godne pożądania, ale takie są fakty. W miarę jak akumulator starzeje się i przybiera mu cykli rozładowania i ładowania, normalnym objawem jest stopniowe zmniejszanie się jego pojemności. Odgrywają przy tym rolę dwa istotne aspekty.

Po pierwsze, istnieje oczywista granica żywotności akumulatorów NiCd. Zależnie od rodzaju i sposobu użytkowania ogniwo takie kończy swój żywot po 500 do 1000 cykli rozładowania i ładowania. Naładować je wtedy jest

sprawą niemal niemożliwą, a jego pojemność spada prawie do zera.

Po drugie, istnieje tak zwany "efekt pamięciowy". Ogniwa, które są stale naładowane, "zapamiętują" że ich ładunek nie jest w pełni zużywany i w krótkim czasie wykazują znaczny spadek pojemności. Prowadzi to do kłopotliwych sytuacji, gdy bateria niespodziewanie okazuje się wyladowana. Można na przykład nagle (zwykle zbyt późno) odkryć, że troskliwie ładowana przez całą noc bateria we fleszu fotograficznym, zamiast spodziewanych 100 błysków z okładem, sygnalizuje rozładowanie po raptem 20. Może

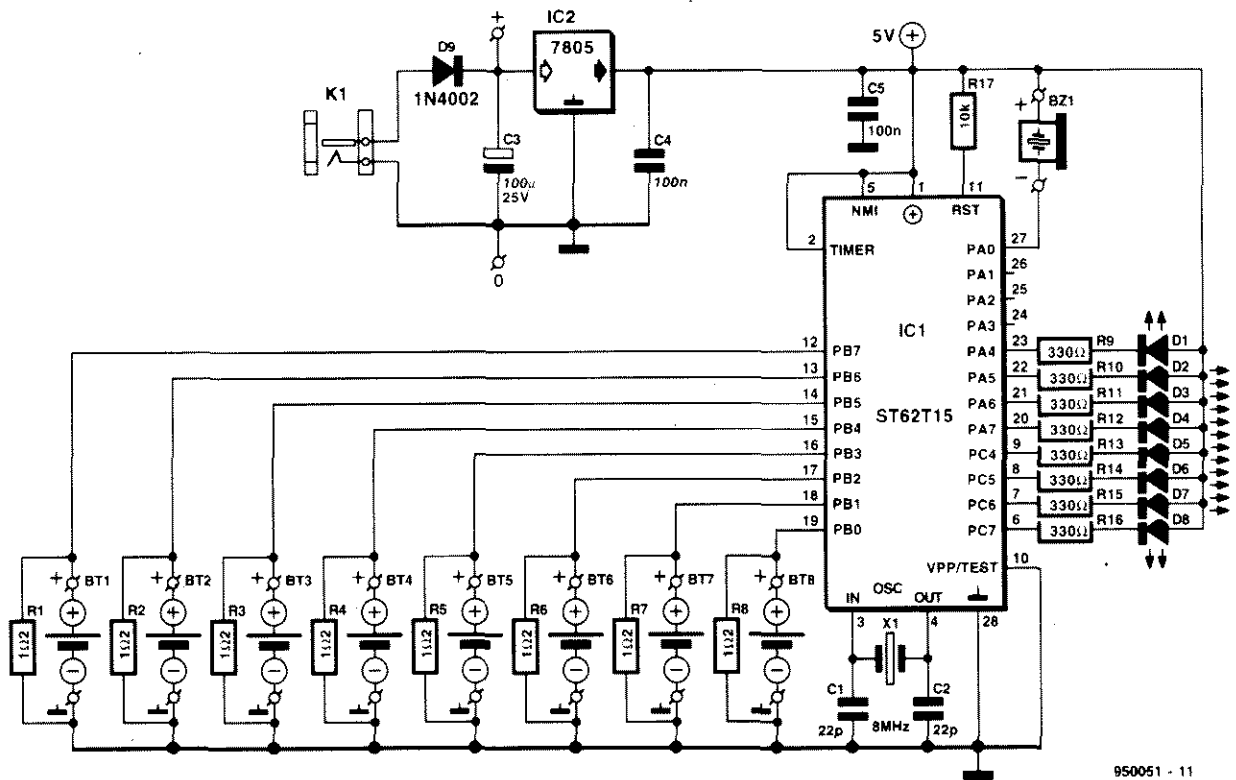
być to bardzo niezręczne w czasie fotografowania, na przykład, na ślubie. Dokładny określenie zmniejszenia się pojemności baterii jest niestety trudne. Pojemności nie można zmierzyć po prostu woltomierzem, chyba że ogniwo jest wadliwe. Jedynym sposobem pomiaru pojemności ogniwa jest najpierw całkowite jego naładowanie, a następnie równie całkowite rozładowanie go dokładnie znanym prądem "do zera". Z natężenia prądu i czasu rozładowywania można obliczyć aktualną pojemność. Innej metody nie ma.

Mikrosterownik

Inny problem związany z testowaniem pojemności akumulatorów NiCd łączy się z tym, że niemal zawsze są one używane w połączeniu po kilka w szereg. Są wtedy oczywiście wspólnie ładowane i rozładowywane. Jeżeli bateria, składająca się na przykład z czterech ogniw, okaże się nie do użytku, to być może wszystkie cztery zakończyły swój żywot, ale trzeba wiedzieć, że objawy będą takie same, gdy tylko jedno ogniwo na cztery jest wadliwe. Aby ustrzec się przed wyrzuceniem całej baterii, trzeba indywidualnie przetestować wszystkie jej akumulatory składowe.

Jest to niestety dosyć czasochłonne, zwłaszcza gdy bateria składa się z sześciu czy nawet ośmiu ogniw. Liczba urządzeń o bateryjnym zasilaniu stale rośnie (przenośne komputery, kamkordery, telefony bezprzewodowe itp.), jest więc potrzebny jakiś sposób przyspieszenia testowania pojemności takich baterii. Rozwiązaniem okazało się zastosowanie mikrosterownika typu ST6, dla którego w tym celu został napisany krótki program. Program ten umożliwia zastosowanie bardzo prostego układu, przedstawionego na **rysunku 1**. Poza mikrosterownikiem (który jest dostarczany przez Dział Obsługi Czytelników już zaprogramowany), tester zawiera jedynie osiem rezystorów obciążających, osiem LED sygnalizacyjnych, brzęczyk i rezonator kwarcowy 8MHz dla wewnętrznego generatora. Te kilka elementów wystarcza do równoczesnego i niezależnego testowania do ośmiu ogniw NiCd.

Jak więc wygląda protokół takiego testowania? Tester ma osiem wejść, do których przyłącza się ogniwa. Każde z nich jest obciążone rezystorem 1,2Ω (R1 do R8), pobierającym nominalny prąd 1A. Ogniwa zostają przed



950051 - 11

Rys. 1. Schemat testera jakości ogniw NiCd. Układ sprowadza się do mikrosterownika, ośmiu rezystorów obciążających i ośmiu diod LED. Brzęczyk sygnalizuje całkowite rozładowanie się ogniwa.

testem całkowicie naładowane. Rozładowanie rozpoczyna się z chwilą umieszczenia ogniwa w uchwycie. Ogniwo jest nieustannie monitorowane w trakcie rozładowywania. Gdy tylko napięcie na którymkolwiek z rozładowywanych ogniw obniży się poniżej

0,9V, krótko zabrzmi brzęczyk, powiadamiając użytkownika o wyładowaniu, a równocześnie zacznie świecić LED identyfikująca dane ogniwo. LED D1 wskazuje pozycję BT1, D2 - BT2 itd. Wejście, do którego nie dołączono baterii, jest sygnalizowane pulsowaniem LED.

przez znane natężenie prądu (w tym wypadku 1A), aby otrzymać pojemności ogniwa. Jeżeli na przykład ogniwo rozładowywało się przez 30min, to jego pojemność wynosi 500mAh.

Na koniec dwie uwagi. Jeżeli test wykazał, że pojemność baterii jest dużo niższa od podanej przez wytwórcę, pomimo że jest jeszcze stosunkowo nowa, to nie należy jej od razu oceniać negatywnie. Obniżona pojemność może być oznaką wspomnianego uprzednio efektu pamięciowego. Często takie baterie mogą zostać "odświeżone" kilkoma pełnymi cyklami rozładowania i ładowania.

Tester nadaje się także do sprawdzania parametrów ogniw "no-name" (nieznanego producenta), sprzedawanych często po niskich cenach. Takie tanie ogniwa, w odróżnieniu od produktów renomowanych firm, mogą charakteryzować się znacznym rozrzutem pojemności. Czasem ich wartość w stosunku do ceny może być doskonała, ale zdarzają się i takie, których pojemność jest dużo mniejsza od podanej. Jeżeli chce się testować ogniwa o pojemności różniącej się od 500mAh, to należałoby tak zmienić rezystory ob-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1...R8: 1,2kΩ, 5W

R9...R16: 330Ω

R17: 10kΩ

Kondensatory

C1, C2: 22pF

C3: 100μF/25V, leżący

C4, C5: 100nF

Półprzewodniki

D1...D8: LED φ3mm

D9: 1N4002

IC1: ST62T15, kod 956506-1

IC2: 7805

Różne

K1: gniazdo zasilania, do druku

Bz1: brzęczyk 5V

Bt1...Bt8: śrubowy blok zaciskowy do druku + uchwyt ogniwa

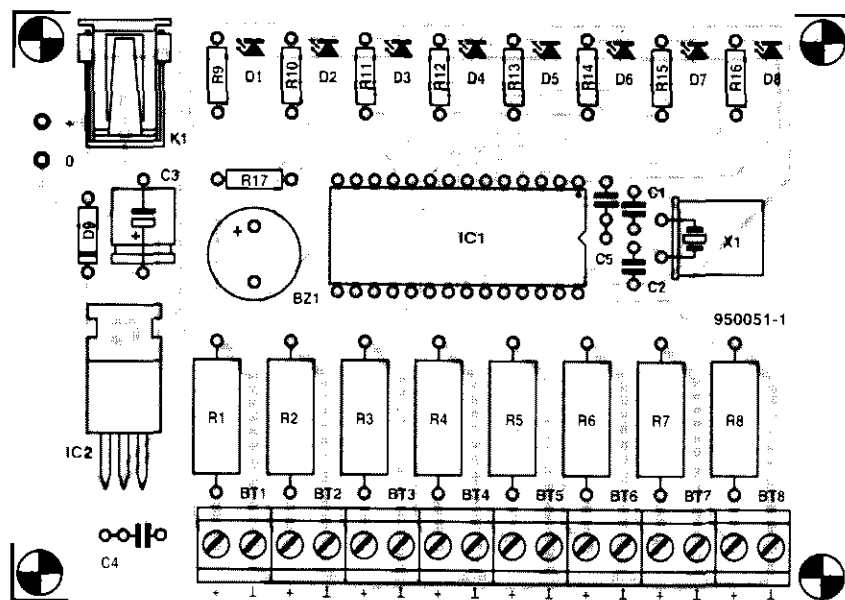
X1: rezonator kwarcowy 8MHz

plytka drukowana wraz z zaprogramowanym mikrosterownikiem ST62T15, kod 950051-C

Sposób postępowania

Oprócz samego testera jest jeszcze potrzebny stoper (albo zwykający zegarek), ołówek i papier. Po włączeniu testera zaczynają pulsować wszystkie LED. Gdy ogniwo wkładane do uchwytu wejdzie w kontakt ze stykami, gaśnie odpowiadająca mu LED. Trzeba teraz zanotować czas lub włączyć stoper.

Po usłyszeniu brzęczyka należy sprawdzić, która LED zaświeciła, zanotować czas i natychmiast wyjąć ogniwo, aby zapobiec dalszemu jego rozładowywaniu i w konsekwencji zniszczeniu. Po kolejnych sygnałach brzęczyka należy wyjmować kolejne ogniwa i notować kolejne czasy. Po rozładowaniu wszystkich ogniw wystarczy pomnożyć zanotowane czasy



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej testera jakości ogniw.

ciążające, aby natężenie prądu rozładowywania wynosiło co najwyżej 2·C amperów, gdzie C oznacza nominalną pojemność ogniwa w Ah.

Montaż

Montaż testera na gotowej płytce drukowanej jest bardzo łatwy i nie powinien zająć więcej niż godzinę. Mozaika ścieżek płytki drukowanej została pokazana na wkładce, rozmieszczenie elementów na niej przedstawiono na **rysunku 2**.

Mikrosterownik najlepiej umieścić

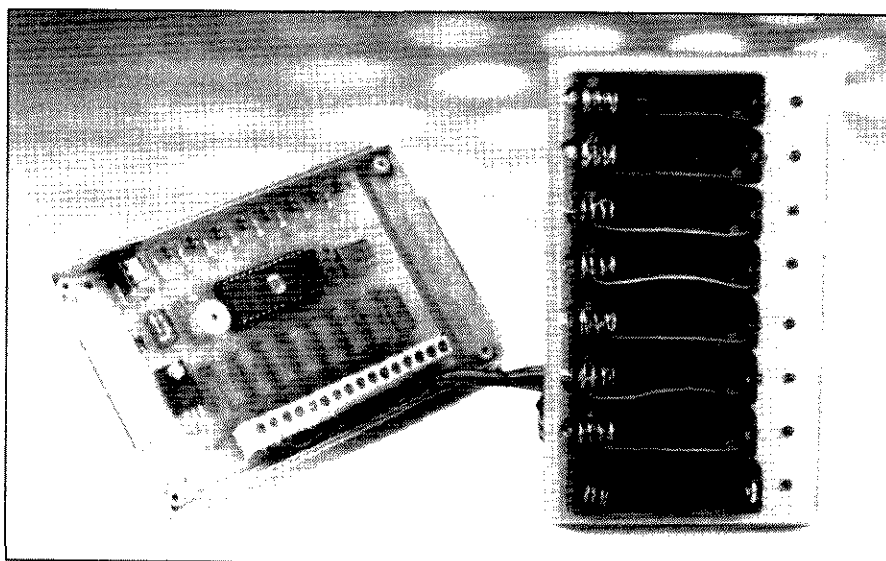
w podstawce. Rezystory R1...R8 nagrzewają się znacznie w czasie rozładowywania ogniw, trzeba je więc wlotować na wysokości kilku milimetrów ponad powierzchnią płytki. Zmontowany prototyp testera jest pokazany na **rysunku 3**.

Na płytce mieści się osiem śrubowych bloków zaciskowych, z którymi łączy się pojemnik na ogniwa. Najwygodniej umocować go na pokrywie obudowy. Diody LED powinny być także widoczne w czasie testowania, zostały więc początkowo umieszczone w podstawkach (w tym celu pocięto na od-

cinki listewkę gniazdek szpilkowych). Po sprawdzeniu układu, LEDy zostały wyjęte z podstawek, umieszczone w obudowie i połączone z płytą wiązką elastycznych przewodów.

Konstrukcja prototypu jest pokazana na **rysunku 4**. Pojemnik jest dostosowany do rozmiaru "penlight", czyli najczęściej używanych ogniw NiCd. Użyto obudowy o rozmiarach 9x14,5x3cm, firmy Pactec. Każdy oczywiście może wybrać obudowę odpowiednią dla siebie.

Tester zasilia się zwykłym zasilaczem sieciowym 9V...12V napięcia stałego, o wydajności około 100mA; stabilizator znajduje się na płytce (IC2). Dioda D9 zabezpiecza układ na wypadek odwrócenia polaryzacji zasilania.



Rys. 3. Uchwyty ogniw i sygnalizacyjne diody LED są umieszczone oczywiście na zewnątrz obudowy. Łączą się z płytką układu za pośrednictwem dwóch wiązek giętkich przewodów.

JAMAX

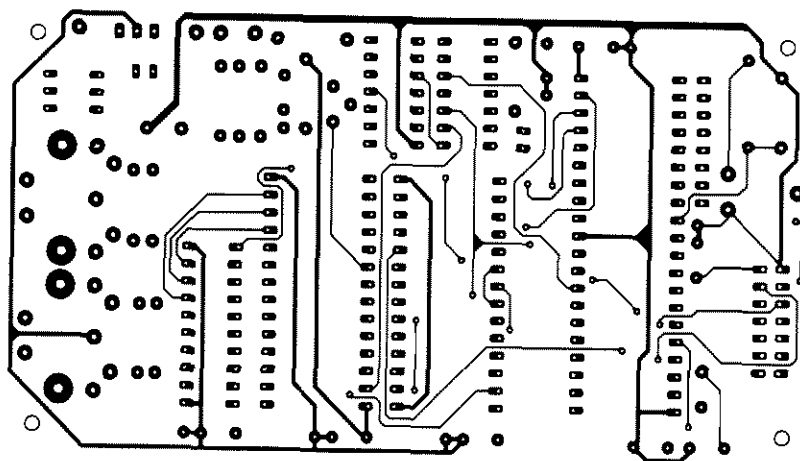
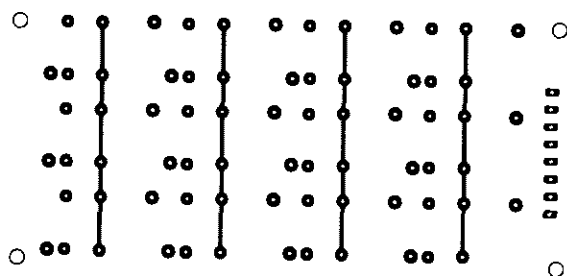
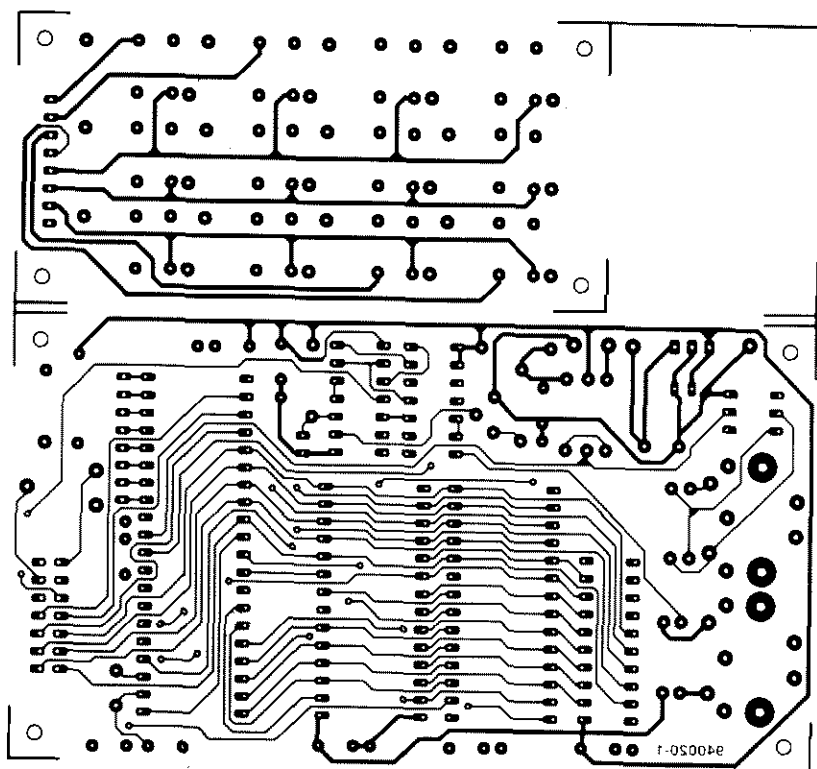
ELECTRONICS

Magazyn: Pn. - Pt od 9⁰⁰ do 15⁰⁰
ul. Pogonowskiego 28 (dawny Zaulek 28)
01-564 Warszawa tel./fax 39-19-30

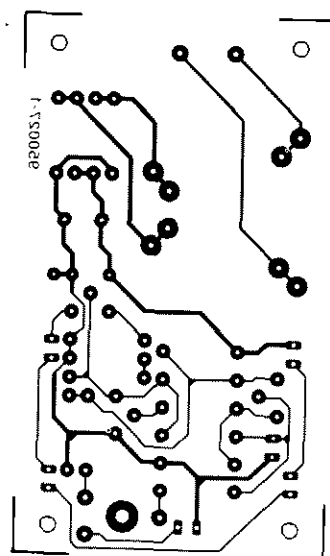
**HANDEL HURTOWY
ELEMENTAMI ELEKTRONICZNYMI**

- Diody
- Przekazniki
- Transoptory
- Transzystory
- Tyristory; triaki
- Układy scalone

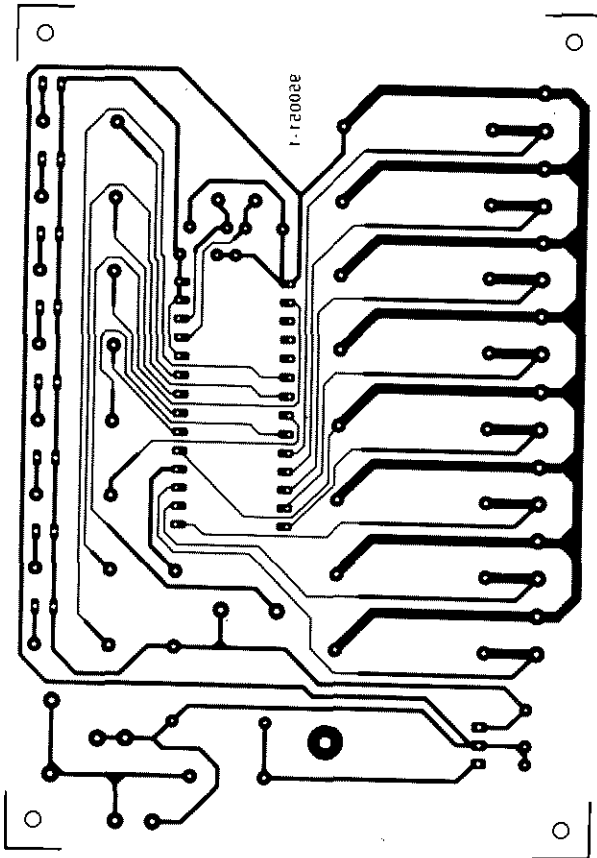
*Około 1000 pozycji w magazynie
po atrakcyjnych cenach*



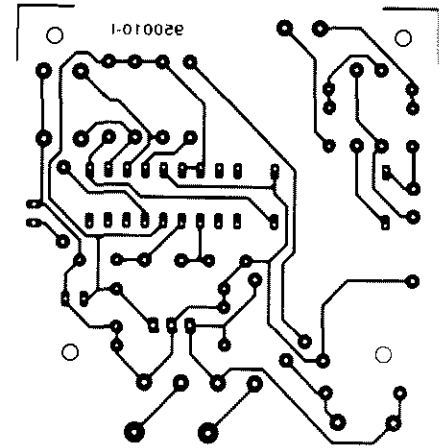
Analizator MIDI



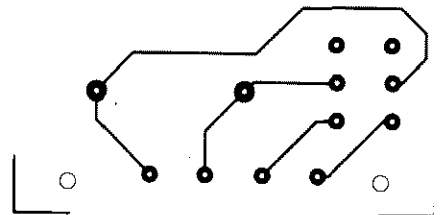
Długowieczna lampka nocna



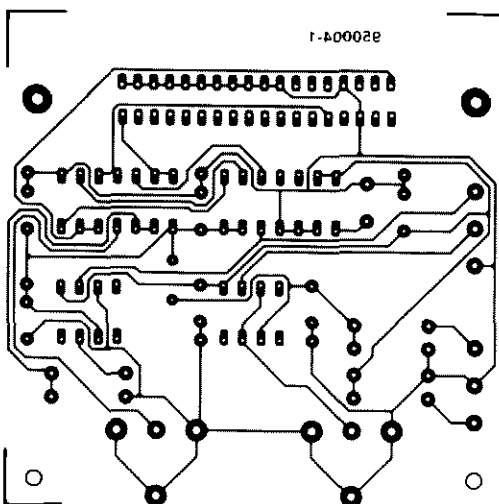
Tester jakości ogniw NiCd



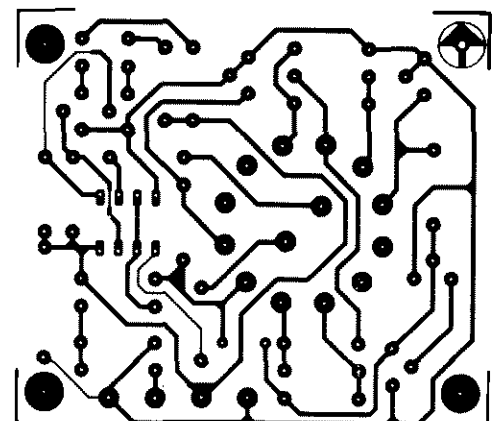
Przełącznik sterowany telefonicznie



Odstraszacz gryzoni



Programowany generator przebiegów sinusoidalnych



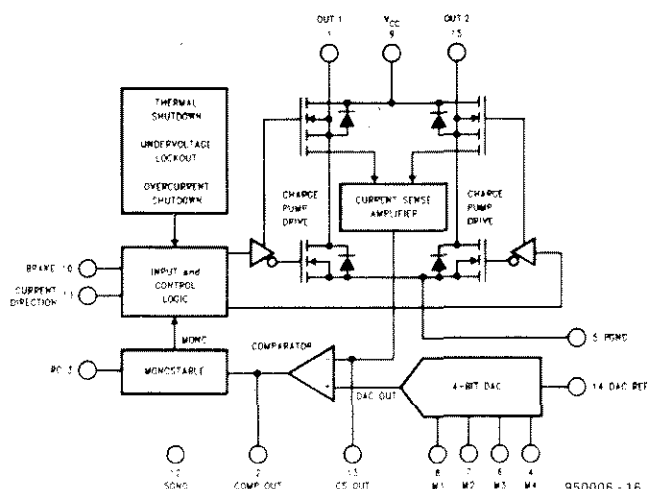
Nadzorca napięcia

LMD18245

PEŁNOMOSTKOWY STEROWNIK SILNIKÓW KROKOWYCH DMOS, 3A/55V

LMD18245 jest mostkowym wzmacniaczem mocy, zawierającym wszystkie zespoły potrzebne do sterowania prądem kolektorowych silników prądu stałego albo prądem jednej fazy dwufazowych silników krokowych. Złożony proces technologiczny prowadzi do połączenia w jednej strukturze monolitycznej układów sterujących i zabezpieczających CMOS z przełącznikami mocy DMOS. LMD18245 steruje prądem silnika za pomocą techniki przerywania (chopping) o stałym czasie przerwy.

Źródło: National Semiconductor



Rys. 1.

Mostkowy stopień mocy typu H, wykonany całkowicie w technologii DMOS, dostarcza prądu wyjściowego do 3A (w szczycie do 6A) przy napięciu zasilania do 55V. Przełączniki mocy CMOS charakteryzują się niską opornością $R_{DS(ON)}$ i zarazem wysoką wydajnością, a samoistne diody podłożowe DMOS zastępują diody dyskretne zazwyczaj stosowane w bipolarnych stopniach mocy jako obcinające (clamp). Nowatorska metoda czujnika prądowego eliminuje straty mocy w czujniku rezystancyjnym włączonym w szereg z silnikiem. Czterobitowy przetwornik cyfrowo-analogowy (DAC) umożliwia cyfrowe sterowanie prądem silnika i upraszcza implementację pełno-

pół- i mikrokrokowych napędów silników krokowych. W razie potrzeby wyższej rozdzielczości jest możliwe stosowanie zewnętrznych DAC. Schemat blokowy LMD18245 jest pokazany na rysunku 1.

Prądowy wzmacniacz czujnikowy

Przełączniki mocy DMOS składają się z wielu równolegle połączonych "komórek" pojedynczych tranzystorów. Niewielka część tych "komórek" obu górnych przełączników tworzy prądowy wzmacniacz czujnikowy (rysunek 2) - unikalny niskostratny czujnik prądu obciążenia. Każdy z górnych przełączników

działa w gruncie rzeczy jako czujnik $x1$, włączony równolegle z układem mocy $x4000$. Wzmacniacz prądowy wymusza zrównanie napięcia na czujniku z napięciem na przełączniku mocy. Układy te dzielą zatem pomiędzy siebie całkowity prąd drenu w stosunku ilości "komórek" (1:4000). Na wyjściu pojawia się jedynie prąd płynący od drenu do źródła (czyli prąd przewodzenia) prądowego wzmacniacza czujnikowego. Dostarcza on więc $250\mu A$ na każdy amper całkowitego prądu przewodzenia, płynącego przez dwa górne przełączniki mostka mocy.

Prąd czujnika wywołuje na R_s proporcjonalny do prądu obciążenia spadek napięcia: na przykład, na jeden amper prądu obciążenia prąd czujnikowy wywołuje spadek 1V na rezystorze $4k\Omega$ (iloczyn $250\mu A$ i $4k\Omega$). Przerywanie (chopping) prądu obciążenia rozpoczyna się wówczas, gdy napięcie na CS OUT przekracza próg (napięcie wyjściowe DAC), więc R_s wyznacza wzmocnienie wzmacniacza przerywającego (chopper amplifier). Na przykład, przy rezystorze o wartości $2k\Omega$ wzmocnienie wynosi 2A na 1V napięcia progowego (czyli odwrotność iloczynu $250\mu A$ i $2k\Omega$). Dopuszczalne napięcie na końców-

WŁASNOŚCI

- ◇ wydajność stopnia mocy DMOS 3A prądu ciągłego przy 55V
- ◇ niska oporność przełącznika mocy: $R_{DS(ON)} = 0,3\Omega$ (typ.)
- ◇ wewnętrzne diody obcinające (clamp)
- ◇ niskostratna metoda czujnika prądowego
- ◇ cyfrowe lub analogowe sterowanie prądem silnika
- ◇ wejścia kompatybilne z TTL i CMOS
- ◇ wyłącznik termiczny (wyłączenie wyjść) przy $T_j = 155^\circ C$
- ◇ zabezpieczenie nadprądowe
- ◇ brak prądów shoot-through
- ◇ 15-stykowa obudowa mocy TO-220

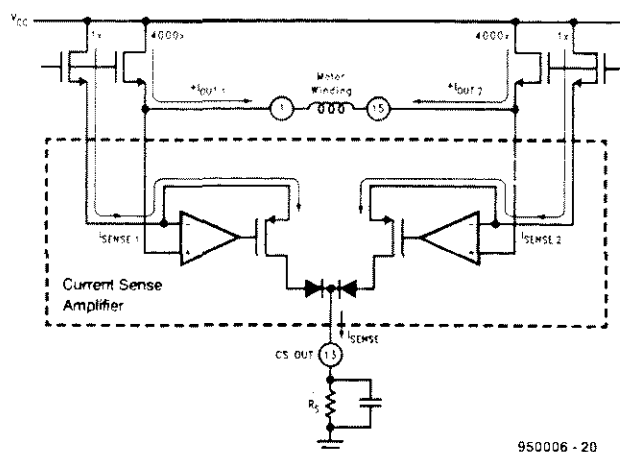
ZASTOSOWANIA

- ★ napędy silników krokowych pełno-, pół- i mikrokrokowe
- ★ serwonapędy silników krokowych i kolektorowych prądu stałego
- ★ zautomatyzowane urządzenia przemysłowe, medyczne i biurowe

ce CS OUT wynosi od 0 do 5V.

Przetwornik C/A (DAC)

DAC wyznacza próg przerywania równy $V_{DAC, REF} \cdot D/16$, gdzie D jest dziesiętnym (0...15) odpowiednikiem dwójkowej liczby doprowadzonej do wejść DAC M4...M1; M4 jest najstarszym bitem (MSB). Do zastosowań wymagających wyższej rozdzielczości może być użyty zewnętrzny DAC, sterujący wejściem DAC REF przetwornika. Roboczy zakres napięcia tego wejścia wynosi 0...5V.



Rys. 2.

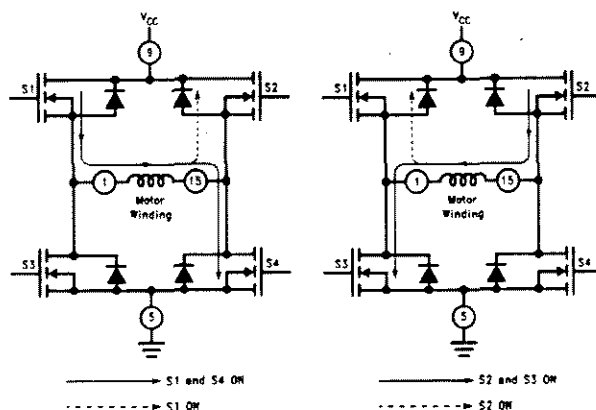
Komparator, przerzutnik monostabilny i próg przerywania prądu uzwojenia

Gdy napięcie w CS OUT przekracza napięcie wyjściowe przetwornika DAC, komparator wyzwala przerzutnik monostabilny, którego impuls zostaje przekazany do układu logicznego sterowania. Mostek mocy zwiera uzwojenie silnika na czas trwania tego impulsu, wywołując cyrkulacyjny przepływ i powolny zanik do zera prądu w uzwojeniu. Równoległy obwód R-C, włączony pomiędzy RC (końcówka 3) a masę, wyznacza czas trwania impulsu, czyli czas wyłączenia, na około 1,1 R-C sekund.

Gdy napięcie w SC OUT wyższe napięcie wyjściowe DAC, prąd uzwojenia zaczyna być przerywany, zatem przerywanie zachodzi przy progu prądowym około

$$\frac{V_{DACREF}}{250 \cdot 10^{-6} \cdot R_s} \cdot \frac{D}{16} [A]$$

Oprócz przetwarzania sygnału przerzutnika monostabilnego układ logiczny sterowania rozpoznaje również poziomy podawane na wejścia DIRECTION (kierunek) i BRAKE (hamowanie) układu. Mostek H, jak pokazano na rysunku 3, może przybierać różne konfiguracje. W wyniku włączenia w przeciwnych połowkach mostka przełącznika wprowadzającego (source switch) i pochłaniającego (sink switch) do uzwojenia zostaje doprowadzone pełne napięcie zasilania, pomniejszone o spadki napięcia na przełącznikach (odcinek a). W czasie gdy mostek pozostaje w tym stanie, prąd w uzwojeniu narasta wykładniczo do poziomu wyznaczanego przez napięcie zasilania, spadki napięcia na przełącznikach i oporność uzwojenia. Wyłączenie przełącznika pochłaniającego wywołuje przepięcie, które polaryzuje w kierunku przewodzenia diodę podłożową (body diode) pozostałego przełącznika wprowadzającego. Dioda ta zwiera to przepięcie do poziomu napięcia zasilania powiększonego o spadek napięcia na diodzie, otwierając tym samym alternatywną drogę dla prądu. Gdy mostek pozostaje w tym stanie, zwiera on uzwojenie, zaś prąd uzwojenia cyrkuluje i zanika do zera (odcinek b). Proces ten po-



Rys. 3.

wtarza się, dopóki nie zmieni się sygnał DIRECTION. Oba przełączniki (S1 i S2) oraz diody podłożowe formują wtedy drogę dla prądu płynącego w uzwojeniu, który raptownie zanika do zera (odcinek c). Następnie logiczny układ sterujący rekonfiguruje mostek H w taki sposób, że prąd płynie przez S2, uzwojenie silnika i S3. Kształt przebiegu prądu silnika opisują teraz odcinki (d), (e) i (f) poniżej osi prądu.

Tryby działania

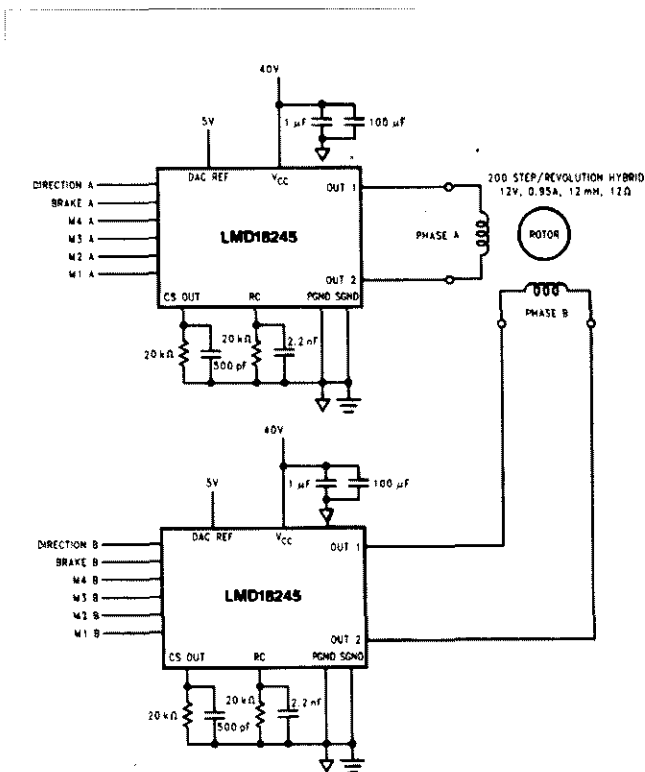
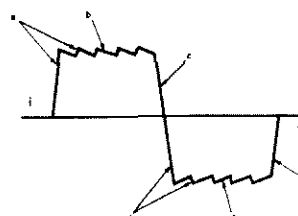
Przykład typowego zastosowania dwóch układów LMD12245 do zasilania i sterowania silnika krokowego jest przedstawiony na rysunku 4. Czas wyłączenia choppera (48µs) ustalają rezystor 20kΩ i kondensator 2,2nF, włączone pomiędzy końcówki RC a masę. Wzmocnienie choppera, około 200mA na 1V napięcia progowego, jest wyznaczone przez połączenie z CS OUT rezystor 20kΩ. Cyfrowe sygnały mikrosterownika sterują progami przełączania, kierunkiem przepływu prądów w uzwojeniach oraz rodzajem napędu (pełnokrokowy, półkrokowy itp.).

Napęd pełnokrokowy (full step drive)

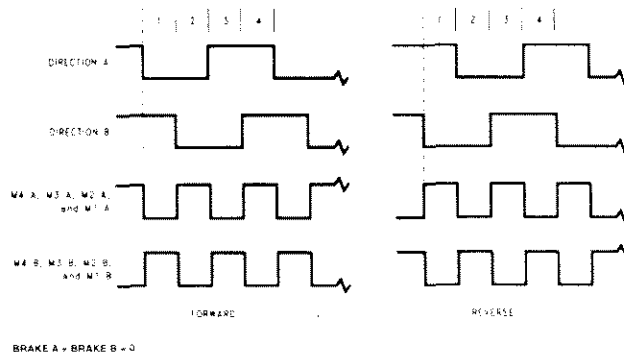
Istnieją dwa rodzaje napędu pełnokrokowego: jednofazowy i dwufazowy. W napędzie jednofazowym (rysunek 5) silnik pobudzany uzwojeniami A i B wykonuje pełne kroki w sekwencji:

$$A \rightarrow B \rightarrow A' \rightarrow B' \rightarrow A \rightarrow \dots$$

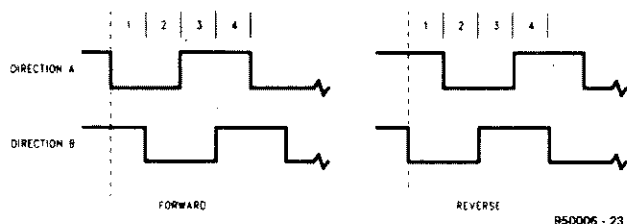
gdzie A i B przedstawiają prądy w uzwojeniach w jednym kierunku, zaś A' i B' - w kierunku przeciwnym. Silnik wykonuje jeden pełny krok za każdym razem, gdy jedno z uzwojeń jest wyłączane a drugie włączane. W celu odwrócenia kierunku ob-



Rys. 4.



Rys. 5.



Rys. 6.

rotów silnika powyższa sekwencja musi zostać odwrócona. Dokonuje się tego zamieniając poziomy sygnałów DIRECTION.

Napęd dwufazowy (rysunek 6) również zapewnia pełne kroki. Opisuje go sekwencja

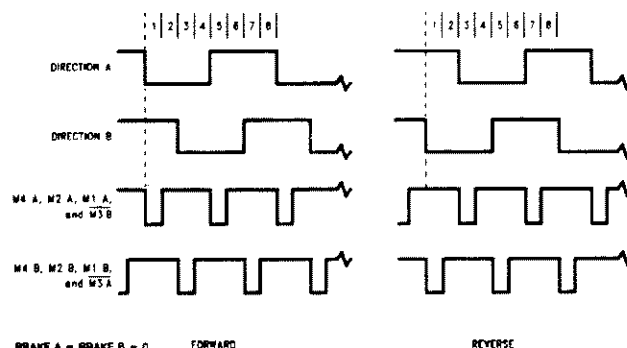
AB → A'B' → A'B' → AB' → AB...
Za każdym razem są pobudzane oba uzwojenia równocześnie, ten rodzaj napędu charakteryzuje się zatem większym momentem obrotowym niż napęd jedno-fazowy. Wszystkie wejścia DAC są utrzymywane ciągle w stanie wysokim.

Napęd półkrokowy bez kompensacji momentu obrotowego

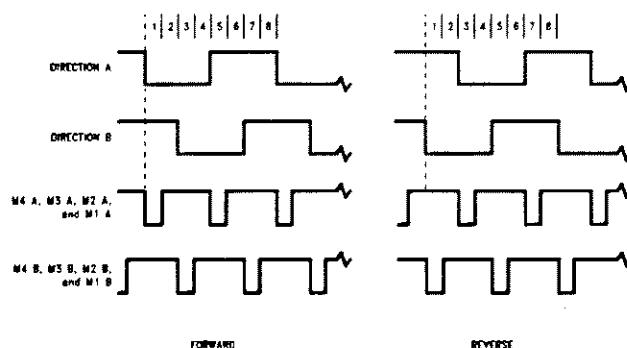
Silnik wykonuje półkroki (rysunek 7), gdy uzwojenia A i B są pobudzane w sekwencji:

A → AB → B → A'B' → A' →
→ A'B' → B' → AB' → A →...

Trzeba zwrócić uwagę na fakt, że chociaż praca po pół kroku podwyższa rozdzielczość, to zmniejszenie ilości pobudzanych uzwojeń z dwóch na jedno ob-



Rys. 7.



Rys. 8.

Tabela 1. Dane liczbowe napędu półkrokowego z kompensacją momentu obrotowego. Uwaga: 90° elektr./pełny krok...
...2 mikrokroki/pełny krok = 45° elektr./krok.

	α	$\cos \alpha$	DAC A	DIR A	$\sin \alpha$	DAC B	DIR B
do przodu do tyłu	0	1	15	1	0	0	1
	45	0,707	11	1	0,707	11	1
	90	0	0	0	1	15	1
	135	0,707	11	0	0,707	11	1
	180	1	15	0	0	0	0
	225	0,707	11	0	0,707	11	0
do przodu do tyłu	270	0	0	1	1	15	0
	315	0,707	11	1	0,707	11	0
	POWTÓRNA SEKWENCJA						

Tabela 2. Dane liczbowe napędu ćwierćkrokowego z kompensacją momentu obrotowego. Uwaga: 90° elektr./pełny krok...
...4 mikrokroki/pełny krok = 22,5° elektr./krok.

	α	$\cos \alpha$	DAC A	DIR A	$\sin \alpha$	DAC B	DIR B
do przodu do tyłu	0	1	15	1	0	0	1
	22,5	0,924	14	1	0,383	6	1
	45	0,707	11	1	0,707	11	1
	67,5	0,383	6	1	0,924	14	1
	90	0	0	0	1	15	1
	112,5	0,383	6	0	0,924	14	1
do przodu do tyłu	135	0,707	11	0	0,707	11	1
	157,5	0,924	14	0	0,383	6	1
	180	1	15	0	0	0	0
	202,5	0,924	14	0	0,383	6	0
	225	0,707	11	0	0,707	11	0
	247,5	0,383	6	0	0,924	14	0
do przodu do tyłu	270	0	0	1	1	15	0
	292,5	0,383	6	1	0,924	14	0
	315	0,707	11	1	0,707	11	0
	337,5	0,924	14	1	0,383	6	0
	POWTÓRNA SEKWENCJA						

niża moment obrotowy o około 40%, co wywołuje znaczne tętnienia momentu i może być przyczyną hałaśliwego działania napędu.

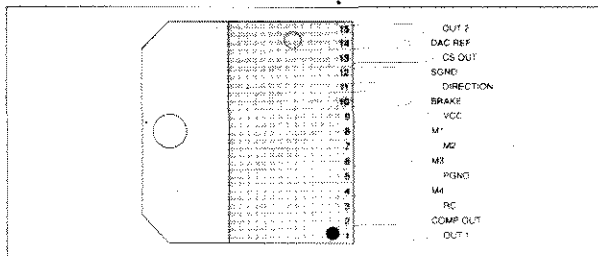
Napęd półkrokowy z kompensacją momentu napędowego

Wspomniana wyżej wada może zostać wyeliminowana za pomocą kompensacji momentu (rysunek 8). Przede wszystkim uzwojenia są wtedy pobudzane prądem sinusoidalnym. Ten sposób sterowania prądami uzwojeń podwaja rozdzielczość krokową bez istotnych tętnień momentu. Ta mikrokrokowość, wraz z oczywistą zaletą podwyższenia rozdzielczości krokowej, obniża oscylacje i rezonanse pełnokrokowe, które zdarzają się wtedy, gdy silnik i obciążenie pracują przy ich naturalnej częstotliwości rezonansowej lub

jej podharmonicznej. W porównaniu do napędów pełnokrokowych silniki w napędach mikrokrokowych pracują bardziej gładko i cicho. W tabeli 1 przedstawiono kąty fazowe oraz wartości cosinusa tego kąta dla uzwojenia A i sinusa dla uzwojenia B dla wszystkich ośmiu różnych półkroków (pełny cykl 360° składa się z czterech pełnych kroków).

Napęd ćwierćkrokowy z kompensacją momentu obrotowego

Tryb napędu ćwierćkrokowego różni się od półkrokowego jedynie rozdzielczością. Cykl 360° dzieli się na 16 kroków. Cztery mikrokroki równają się zatem jednemu pełnemu krokowi. Odpowiednia dane sterowania są zestawione w tabeli 2.



Rozmieszczenie wyprowadzeń

- K. 1, **OUT1**: węzeł wyjściowy pierwszej połowy mostka H.
- K. 2, **OUT2**: wyjście komparatora. Jeżeli napięcie w CS OUT przewyższy napięcie wyjściowe DAC, komparator wyzwala przerzutnik.
- K. 3, **RC**: węzeł wyzwalania przerzutnika. Równoległym obwodem RC, włączonym pomiędzy ten węzeł a masę, wyznacza się długość impulsu przerzutnika około 1,1 R·C.
- K. 5, **PGND**: węzeł masy mostka mocy H. Wewnętrzny przewód łączy ten węzeł z radiatorem obudowy TO-220.
- K. 4 i 6...8, **M4...M1**: cyfrowe wejścia DAC. Wejścia te tworzą czterobitową liczbę z M4 jako najstarszym bitem (MSB). DAC dostarcza napięcia analogowego, wprost proporcjonalnego do liczby dwójkowej, wprowadzonej przez M4...M1.
- K. 9, **Vcc**: węzeł zasilania.
- K. 10, **BRAKE**: Wejście logiczne hamowania. Wprowadzenie wejścia BRAKE w stan wysoki włącza oba przełączniki wprowadzające mostka mocy, zwierając obciążenie. Taki sposób zwierania obciążenia zamyka obwód prądu obciążenia, który zanika do zera.
- K. 11, **DIRECTION**: Wejście logiczne kierunku. Poziom logiczny tego wejścia wyznacza kierunek przepływu prądu przez obciążenie.
- K. 12, **SGBD**: węzeł masy wszystkich sygnałów.
- K. 13, **CS OUT**: wyjście czujnikowego wzmacniacza prądowego. Wzmacniacz ten dostarcza (typowo) prądu 250µA na 1 amper całkowitego prądu przewodzenia w przełącznikach wprowadzających mostka mocy.
- K. 14, **DAC REF**: Wejście napięcia odniesienia przetwornika C/A. DAC dostarcza napięcia analogowego, równego $V_{DAC REF} \times D/16$, gdzie D jest dziesiętnym odpowiednikiem (0...15) liczby dwójkowej doprowadzonej przez M4...M1.
- K. 15, **OUT2**: węzeł wyjściowy drugiej połowy mostka H.

Wartości graniczne

napięcie stałe na końcówkach OUT1, OUT2 i VCC + 60V
 napięcie stałe na końcówkach COMP OUT, RC, Mx, Brake, DIRECTION, CS OUT i DAC REF + 12V
 napięcie stałe pomiędzy PGND i SGND ± 400mV
 prąd stały obciążenia 3A
 szczytowy prąd obciążenia 6A
 temperatura złącz + 150°C
 moc rozpraszana przy $T_A = 25^\circ\text{C}$
 radiator idealny 25W
 moc rozpraszana przy $T_A = 25^\circ\text{C}$
 w powietrzu 3,5W
 podatność na wyładowania elektrostatyczne (ESD) 1500V
 zakres temperatur przechowywania - 65...+ 150°C

Parametry charakterystyczne

Zakres temperatur - 40...+ 125°C
 Zakres napięć zasilania + 12V...+ 55V
 Zakres napięcia CS OUT 0V...+ 5V
 Zakres napięcia DAC REF 0V...+ 5V
 Długość impulsu przerzutnika monostabilnego 10µs...100ms

>ELTRON<

Dystrybutor
SGS-THOMSON

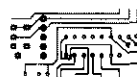
Mikrokontrolery:

- 8-bitowe ST62T10/15/20/25
- 8-bitowe z EEPROM-em ST62T60/65
- 8-bitowe sterowniki LCD ST62T40/42/45
- 8/16-bitowe ST90T...
- 16-bitowe ST10F...

Narzędzia: programatory, emulatory...

szkolenia, katalogi, doradztwo

50-053 WROCŁAW, ul. Szewska 3
 tel. (071) 44 25 32, 44 70 51 w. 250, fax (071) 44 11 41
 01-793 WARSZAWA, ul. Rydygiera 12, tel/fax (02) 663 47 84
 80-748 GDANSK, ul. Chmielna 26, tel/fax (058) 46 28 47



TES 200
Nowość !!!

Dzięki specjalnej folii TES 200 jest możliwe łatwe i szybkie wykonanie wysokiej jakości płytek drukowanych !!!

Jak?

Gotowy projekt płytki przenosimy przy pomocy kopiarki lub drukarki laserowej na folię TES 200. Teraz należy przyłożyć folię na podgrzany do 135°C laminat i przy pomocy wálka gumowego przenieść projekt na miedź. Po odcignięciu folii płytka jest gotowa do trawienia.

10 szt. folii A4 + koszt przesyłki + szczegółowa instrukcja = 29,9 zł.

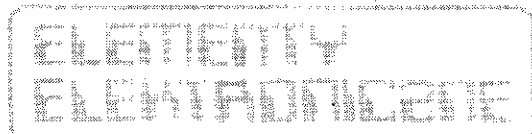
Dostarczamy również walek gumowy w cenie 15 zł.

Zamówienia z dowodem wpłaty na poniższe konto lub za zaliczeniem pocztowym kierować na adres:

MS DOR Sp. z o.o.
 43-382 Bielsko-Biała 14, skrytka poczt. 35
 konto: Polski Bank Inwestycyjny SA
 Oddział w Bielsku-Białej; nr 708023-901059-2511-1



✉ 87-115 Toruń 16
Katalogi dla firm - gratis



Wystarczy tel/fax (0-56) 480-222
zadzwoń! tel/fax (0-56) 456-222

PRZELĄCZNIK STEROWANY TELEFONICZNIE

Dzięki wyłącznikowi sterowanemu procesorem PIC (ang. Peripheral Interface Controller) RISC (ang. Reduced Instruction Set Coding) można przez telefon włączać i wyłączać urządzenia zasilane z sieci, na przykład komputer, ekspres do kawy czy centralne ogrzewanie.

H. Kiprowski

Teleprzełącznik jest sterowany telefonicznie i za jego pomocą można dowolnie włączać i wyłączać zasilanie sieciowe. Jest on dobrze zabezpieczony przed użyciem przez osoby niepowołane. Może on być przełączany na ręczne sterowanie, nie musi więc być całkiem odłączany w czasie, gdy właściciel przebywa w domu. Przełącznik nie zwiększa ponadto rachunków telefonicznych, ponieważ sterowany sygnałem przywołania nie wymaga realizowania połączenia.

Podstawowym układem przełącznika jest procesor CMOS RISC typu PIC16C54LPOTP firmy Microchip. Procesor ten ma 12 dających się indywidualnie programować linii wejść/wyjść, własny generator zegarowy, mogące służyć jako RAM programowalne rejestry wewnętrzne i 512 bajtów ROM.

Litery LP (Low Power) w nazwie procesora oznaczają niewielki pobór prądu, zaś skrót OTP (one time programmable) oznacza, że PIC może zostać zaprogramowany tylko raz i programu nie można już potem skasować. Ta wersja procesora jest znacznie tańsza od wersji z okienkiem i EPROMem, którą można programować i kasować wielokrotnie. Częstotliwość zegarowa można wybrać w zakresie 0...400kHz. W tym przypadku używa się niskiej częstotliwości sygnału telefonicznego, może więc zostać zastosowany tani kwarc 32,768kHz.

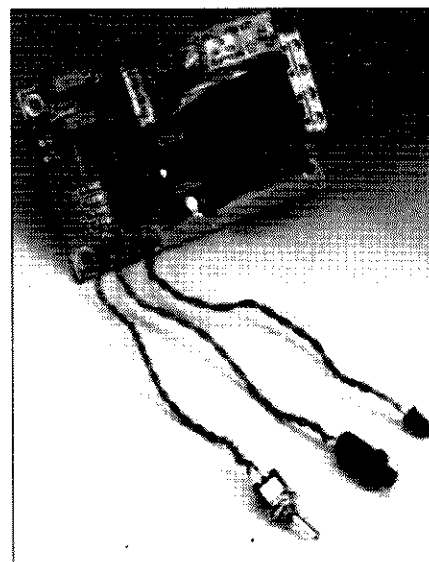
Schemat

Schemat elektryczny, pokazany na **rysunku 1**, składa się z czterech oddzielnych zespołów: zasilacza, sprzęgu telefonicznego, układu PIC i przełączającego przekaźnika.

Sprzęg telefoniczny łączy się końcówkami (a) i (b) z linią telefoniczną. Kondensatory C7 i C8 odcinają od układu napięcie stałe linii telefonicznej, przechodzi przez nie tylko 48V zmien-

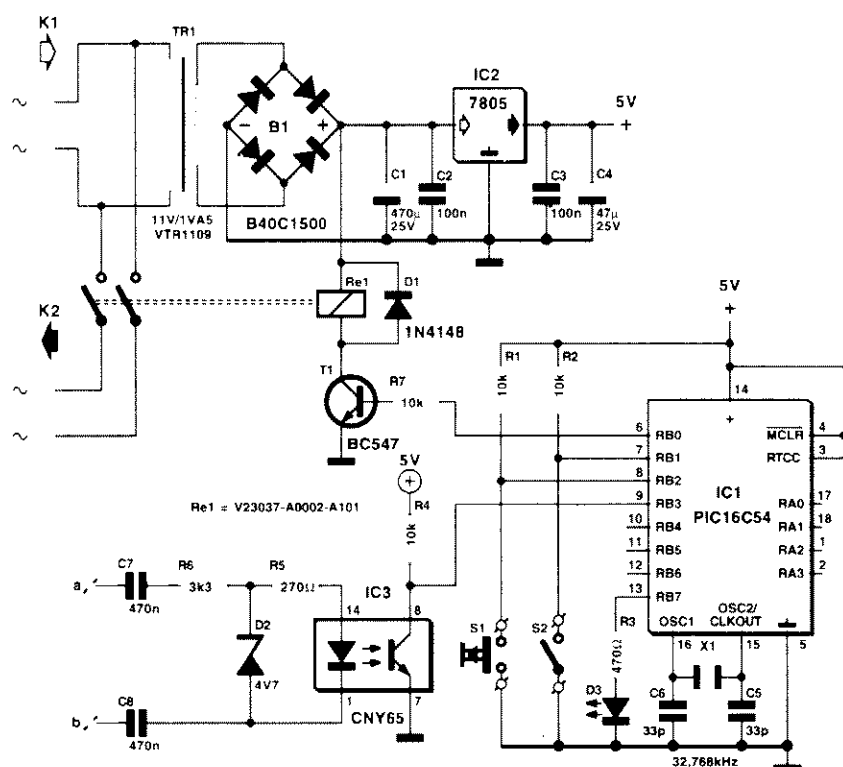
nego napięcia sygnału przywołania. Zostaje ono jednopółkowo wyprostowane i ograniczone do +4,7V i -0,7V przez D2 i doprowadzone do LED optoizolatora IC3, która zaczyna wtedy świecić. Prąd diody jest ograniczany przez rezystor R5. Gdy telefon zadzwoni, na kolektorze optotranzystora pojawi się prostokątny sygnał o amplitudzie około 5V, który zostaje skierowany do wejścia RB3 IC1.

Gdy PIC zostanie uruchomiony sygnałem przywołania albo ręcznie przez naciśnięcie S1, jego wyjście RB0 przechodzi w stan wysoki. Wtedy tranzystor T1 zaczyna przewodzić i pobudza przekaźnik, którego styki łączą gniaz-

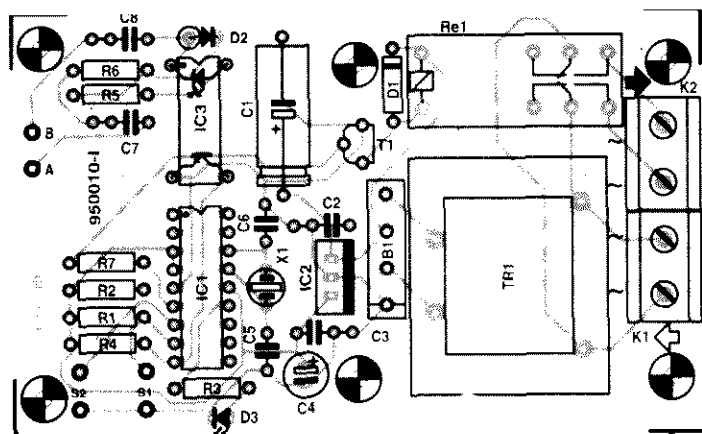


do K2 z siecią przez wtyk K1. Gdy S1 i S2 są rozwarte, rezystory podciągające R1 i R2 utrzymują wejścia RB2 i RB1 IC1 w stanie wysokim.

Wewnętrzny generator zegarowy jest sterowany kwarcem X1. Dioda D3 sygnalizuje odbiór sygnału. IC1 i IC3 są zasilane przez prosty zasilacz stabilizowany 5V, składający się z B1, IC2



Rys. 1. Schemat elektryczny przełącznika sterowanego telefonicznie.



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

oraz kondensatorów C1...C4.

Przekaznik jest zasilany niestabilizowanym napięciem 14V bezpośrednio z dodatniej końcówki prostownika B1. Maksymalny prąd styków przekaznika wynosi 5A, może więc on przełączać obciążenie do 1100VA.

Program

Zapisany w PIC program zapewnia proste sterowanie przełącznikiem. Automatycznie startuje natychmiast po włączeniu układu do sieci i sprawdza, czy S2 jest zwarty czy rozarty. Jeżeli jest rozarty, RB1 jest w stanie wysokim, co oznacza tryb sterowania ręcznego. Przełącznik uruchamia się wtedy naciśnięciem S1. Układ jest w trybie teleprzełącznika, gdy S2 jest zwarty; stan S1 nie ma wtedy znaczenia. Gdy S2 jest zwarty, PIC monitoruje wejście RB3, oczekując na odebranie poprawnego sygnału przywołania. Sygnał ten zostaje uznany za poprawny jedynie wtedy, gdy składa się z jednego tylko sygnału dzwonienia. Zdalny operator winien zatem po wybraniu numeru odczekać przez jeden sygnał dzwonienia i odłożyć słuchawkę.

Po odebraniu sygnału program czeka przez 7 sekund. Jeżeli w tym czasie nie nadejdzie następny sygnał dzwonienia, zostaje włączone wyjście RB7 i zaświecona dioda D3, sygnalizując akceptację pierwszej części kodu wejściowego. Drugi licznik wewnętrzny umożliwia wtedy telefonującemu powtórzenie sygnału w przeciągu 50 sekund. Jedynie wtedy, gdy w tym czasie pojawi się ponowny sygnał dzwonienia i w ciągu 7 sekund nie zostanie powtórzony, cały kod zostanie uznany za poprawny a wyjście RB0 zmieni stan. Gaśnie wtedy D3, sygnalizując przejście przełączni-

ka w tryb oczekiwania.

Wiele elektronicznych central telefonicznych generuje pierwszy skrócony sygnał dzwonienia, więc program ignoruje go, jeżeli w ciągu dwóch sekund nadejdzie następny. Oznacza to, że sygnał przywołania nie zostanie uznany za poprawny, jeżeli czas pomiędzy dwoma kolejnymi sygnałami dzwonienia jest dłuższy od dwóch i krótszy od siedmiu sekund. Program zostaje także przerwany, jeżeli czas pomiędzy dwoma sygnałami przekroczy 50 sekund. Gdy sygnał przywołania nie zostanie uznany za poprawny, przełącznik natychmiast powraca do trybu oczekiwania. Sterowanie ręczne może zostać włączone w obu trybach działania układu.

Jeżeli przełącznik jest używany do włączania komputera, może on przez modem wysłać sygnał potwierdzenia. W razie braku komputera i modemu do sygnalizacji potwierdzenia można użyć telefonicznej sekretarki automatycznej, włączonej równolegle z uruchamianym urządzeniem. Jeżeli zgłosi się ona w rezultacie kolejnego wywołania telefonicznego, będzie to znaczyło, że urządzenie zostało rzeczywiście włączone.

Wykonanie i instalacja

Teleprzełącznik należy zmontować na płycie drukowanej w sposób pokazany na rysunku 2. Mozaika ścieżek płytki jest zamieszczona na wkładce.

PIC i optoizolator najlepiej umieścić w odpowiednich podstawkach, pozwalających na ich wymianę. Wszystkie końcówki, wystające z płytki od strony ścieżek, należy poobcinać możliwie jak najkrócej, aby uniemożliwić im uszkodzenie izolacji przewodów przebiegających pod płytką. Warto nawet odseparować te

przewody od płytki cienkim kawałkiem pleksi lub innej izolacji. Najpraktyczniejszą będzie obudowa zintegrowana z wtyczką i gniazdkiem. K1 łączy się z wtykiem, a K2 z gniazdkiem.

Końcówki (a) i (b) należy połączyć przewodem telefonicznym z wtyczką telefoniczną, która posłuży do połączenia przełącznika z linią telefoniczną. Warto zwrócić uwagę, że w niektórych krajach połączenie teleprzełącznika z publiczną siecią telefoniczną może nie być dozwolone i trzeba to sprawdzić. Nie ma oczywiście żadnych przeciwwskazań do używania go w prywatnej sieci telefonicznej.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2, R4, R7: 10kΩ
R3: 470Ω
R5: 270Ω
R6: 3,3kΩ

Kondensatory

C1: 470µF/25V, leżący
C2, C3: 100nF
C4: 47µF/25V, stojący
C5, C6: 33pF
C7, C8: 470nF/min. 63V

Półprzewodniki

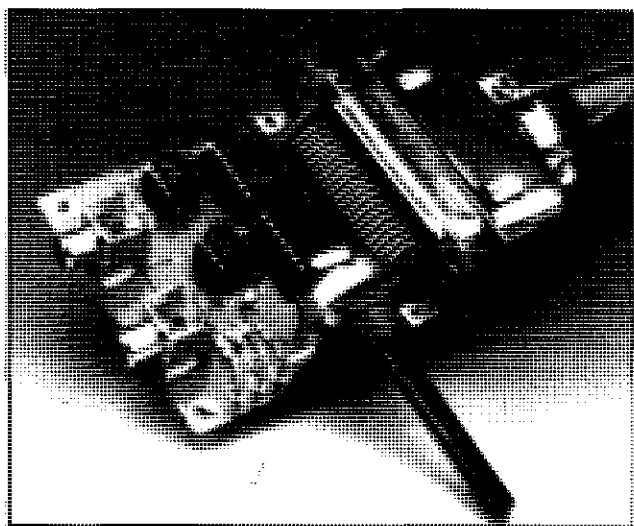
D1: 1N4148
D2: dioda Zenera 4,7V/500mW
D3: LED
B1: B80C1500, mostek prostowniczy
T1: BC547
IC1: zob. Różne
IC2: 7805
IC3: CNY65

Różne

K1, K2: blok zaciskowy do druku, rozstaw 7,5mm
S1: przycisk zwierający
S2: wyłącznik jednoobwodowy
X1: rezonator kwarcowy 32,768kHz
Tr1: transformator sieciowy 9V/1,5VA
Re1: 2-stykowy przekaznik 12V/1100VA
płytki drukowane oraz zaprogramowany PIC: kod 950010-C



PROGRAMOWALNY GENERATOR PRZEBIEGÓW SINUSOIDALNYCH



Generator jest sterowany przez komputer i wytwarza idealną falę sinusoidalną. Z komputerem łączy się go poprzez port drukarki i uruchamia się poleceniem z poziomu DOS. Generuje on wówczas sinusoidę o częstotliwości w granicach od 1Hz do 50kHz. Głównym jego elementem jest monolityczny układ scalony typu ML2036 firmy Micro Linear.

J. C. Feltes

Schemat blokowy układu scalonego ML2036, który jest sercem generatora, jest pokazany na **rysunku 1**. W ML2036 do generacji sygnałów sinusoidalnych zastosowano cyfrowo sterowaną bezpośrednią syntezę cyfrową. Częstotliwość tych sygnałów wyznacza zewnętrzny rezonator kwarcowy lub sygnał zegarowy. Częstotliwość jest programowana 16-bitowym szeregowym słowem danych. Amplituda sygnału wyjściowego wynosi $\pm V_{ref}$ lub $\pm V_{ref}/2$. Układ scalony jest wyposażony także w wejście zatrzymujące które pozwala po skończeniu ostatniego półokresu utrzymywać wyjście sinusoidy na poziomie 0V, zapobiegając w ten sposób stopniowaniu napięcia. Dwie końcówki układu są wyjściami zegaro-

wymi, przeznaczonymi do sterowania innych układów połową lub jedną ósmą wejściowej częstotliwości zegarowej.

Opis układu

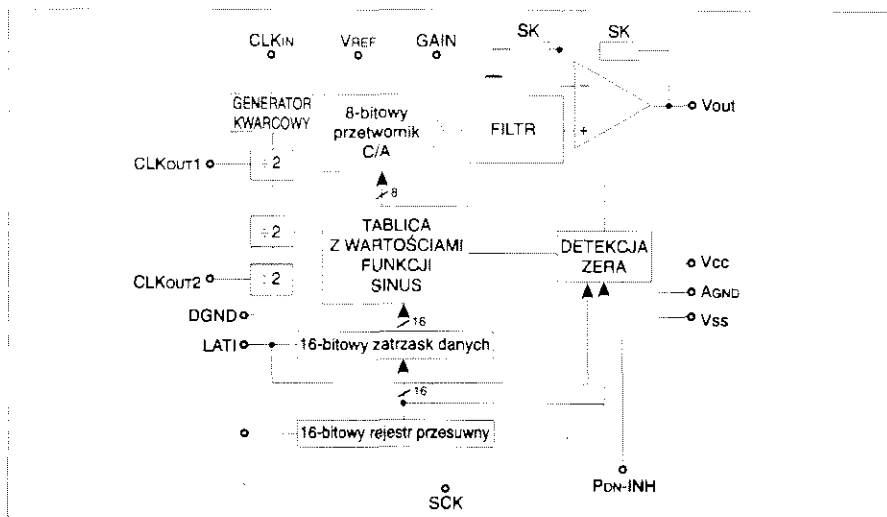
Na schemacie elektrycznym, pokazanym na **rysunku 2**, są widoczne bramki IC2a, IC2b i IC2c buforujące sygnały sterujące z komputera: AutoFeed, bit 3; Select, bit 1; Data Strobe, bit 0. Poziomy tych sygnałów mogą być (za pomocą programu) zmieniane przez rejestry komputera 37A_H (LPT1) i 27A_H (LPT2). Sygnały te są negowane, ponieważ są aktywne w stanie niskim, zaś ML2036 wymaga sygnałów aktywnych w stanie wysokim.

Układ ML2036 jest sterowany szeregowymi danymi SID: szeregowym sygnałem zegarowym SCK, na którego polecenie jest odczytywany każdy bit słowa danych oraz sygnałem strojącym LATI, który zapewnia zapis danych wejściowych do rejestru. Sygnały te są generowane w komputerze i doprowadzane do generatora sinusoidy przez złącze Centronics.

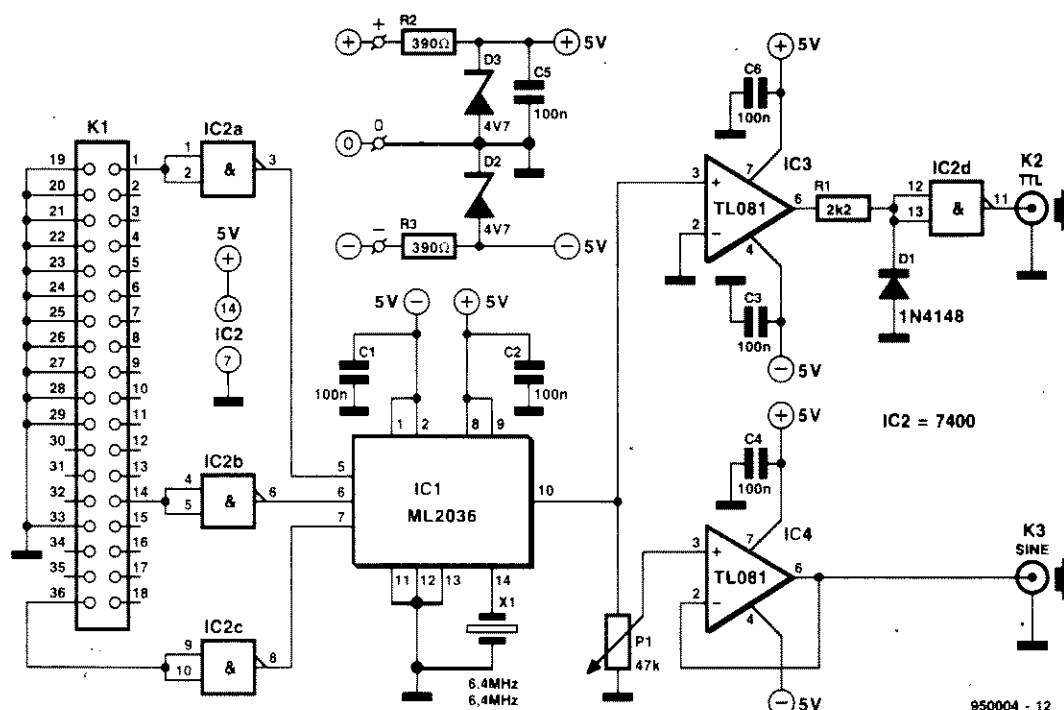
Jak już wspomniano, częstotliwość wyjściowej sinusoidy jest programowana przez 16-bitowe szeregowe słowo danych. Zależność pomiędzy częstotliwością wyjściową, częstotliwością rezonatora i słowem danych ma postać:

$$f_0 = f_c \cdot \frac{dane}{2^{23}} \text{ [Hz]}$$

Sinusoida jest odbierana z wyjścia 10 IC1, skąd zostaje doprowadzona do komparatora IC3. W czasie dodatniego półokresu sygnału wyjście IC3 przyjmuje stan wysoki, a w czasie ujemnego - niski. Obwód R1-D1 przetwarza sygnał wyjściowy IC3 w sygnał prostokątny o stanach przełącza-



Rys. 1. Schemat blokowy scalonego generatora sinusoidy ML2036.



Rys. 2. Schemat elektryczny układu programowalnego generatora sinusoidy.

nych pomiędzy + 5V i 0V. Sygnałowi temu, doprowadzonemu do K2, IC2d nadaje standard TTL (odnośnie poziomów i zboczy). Obciążalność tego wyjścia (fanout) jest równa 5.

Sygnal wyjściowy IC1 jest również doprowadzony przez P1 do buforującego wtórnika IC4. Sygnal na K3 jest symetryczną sinusoidą, której amplituda może być regulowana za pomocą P1 od 0 do 5V.

Zasilanie jest konwencjonalne: diody Zenera D2 i D3 stabilizują napięcie na poziomie $\pm 5V$.

Montaž

Generator jest przewidziany do zmontowania na płycie drukowanej, pokazanej na wkładce. Rozmieszczenie elementów na tej płycie przedstawia **rysunek 3**.

Montaż należy zacząć od przymocowania K1 za pomocą dwóch wkrętów M3 z nakrętkami i podkładkami, następnie trzeba umocować końcówki lutownicze, gniazda K2 i K3 (jeśli to tylko możliwe - ze złożonymi stykami).

i podstawki dla układów scalonych. Oś potencjometru P1 należy przyciąć do odpowiedniej długości, zaś potencjometr przylutować bezpośrednio do płytki. Jeżeli regulacja amplitudy nie jest potrzebna, to potencjometr można zastąpić bezpośrednim połączeniem końcówki 3 IC4 z końcówką 10 IC1. Częstotliwość rezonatora kwarcowego może zawierać się pomiędzy 6MHz a 12MHz. W prototypie zastosowa-
no 6MHz. Dla częstotliwości wykracza-
jącej poza podany zakres trzeba odpo-
wiednio zmodyfikować program.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezultaty

R1: 2.2k Ω

R2, R3: 390Ω

P1: 47k Ω , potencjometr liniowy

Kondensatory

C1...C6: 100nF

Półprzewodniki

D1: 1N4148

D2, D3: dioda Zenera 4,7V/500mW

IC1: ML2036CP (Micro Linear)

IC2: 7400

IC3, IC4: TL081

Różne

K1: katowe oniazdo Centronics do druku

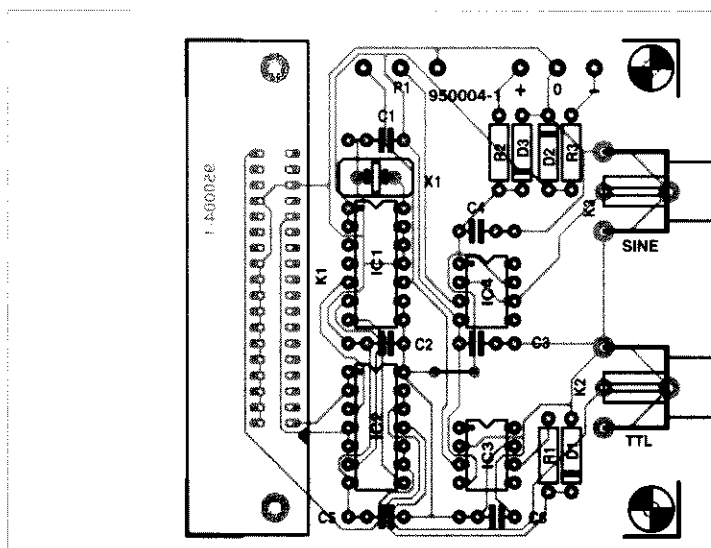
K2, K3: katowe gniazdo cinch do druku

X1: rezonator kwarcowy

dyskietka MS-DOS 3,5",

kod 956005-1

płytką drukowaną
 kod 950004-C

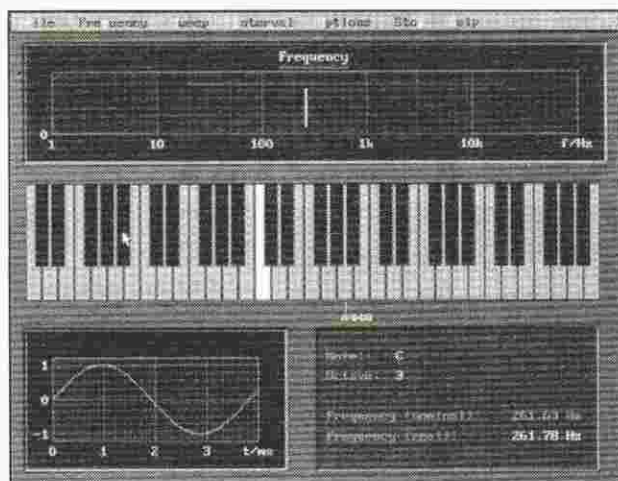


Rys. 3. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej programowalnego generatora sinusoidy.

Oprogramowanie

Na dyskietce (kod 956005, dostarczana przez Dział Obsługi Czytelników) znajduje się odpowiednia procedura w BASiCu wraz z dwoma jeszcze programami. SINUS.EXE umożliwia uruchomienie generatora sinusoidy z wiersza zlecenia (trzeba zwrócić uwagę, że w tym programie częstotliwość rezonatora jest stała). Polecenie SINUS wymaga podania dwóch parametrów: numeru portu drukarki (1 lub 2) i częstotliwości sinusoidy w Hz. Polecenie SINUS.EXE 1 1000 <↵> wywołuje pojawienie się sygnału sinusoidalnego 1000Hz na wyjściu generatora połączanego z portem LPT1. Polecenie SINUS <↵> wymaga podania portu i częstotliwości. Przyjęta częstotliwość jest następnie podawana w postaci tekstu na ekranie. SINUS/h wywołuje menu pomocnicze (help), przedstawiające sposób użycia

SINUS.EXE i, oprócz tego, przyjętą częstotliwość. SINUS/? wywołuje na ekranie komputera tylko przyjętą częstotliwość. Trzecim programem jest SIN-GEN.EXE, pokazujący klawiaturę na ekranie. Wzdłuż niej jest widoczne napięcie sinusoidy; zostaje również pokazana dokładna częstotliwość sygnału. Na **rysunku 4** jest przedstawiony sposób porozumiewania się tego programu z użytkownikiem. Pasek menu ułatwia wybór różnych opcji według indywidualnych upodobań. Dodatkowe menu pomocnicze ułatwia dostęp do potrzebnych informacji.



Rys. 4. W taki sposób program SINGEN.EXE porozumiewa się z użytkownikiem.

Bibliografia
Micro Linear 2035 & 2036 Programmable Sine Wave Generators.
Electronics, October 1993, p. 40.

SPOSÓB TWORZENIA SINUSOIDY

Kompletna sinusoida jest składana za pomocą procedury bezpośredniej syntezy cyfrowej (Direct Digital Synthesis - DDS) z 2^{21} faz, czyli części. 16-bitowy rejestr danych decyduje o tym, jak wiele tych części powinno znaleźć się pomiędzy dwoma kolejnymi impulsami zegarowymi. W ten sposób małe liczby w 16-bitowym rejestrze wyznaczają małe częstotliwości, ponieważ wybieranych jest wiele oddzielnych faz, natomiast duże 16-bitowe liczby wyznaczają duże częstotliwości, ponieważ wiele faz jest pomijanych.

W przytoczonym schemacie sieci działań sumator i zatrask tworzą akumulator fazy, zawierający aktualny stan fazy. Akumulator jest taktowany z częstotliwością $f_{clk(in)}/4$. Co cztery cykle $f_{clk(in)}$ do akumulatora fazy jest dodawana liczba zawarta w zatrasku danych. Częstotliwość na wyjściu analogowym jest równa częstotliwości z jaką akumulator jest przepełniany czyli:

$$f_a = \frac{f_{clk(in)} \cdot (D_{15} - D_0)_{DEC}}{2^{23}}$$

Długość każdej fazy, wywołanej przez zmianę zawartości rejestru o 1, wynosi zatem:

$$\Delta f = \frac{f_{clk(in)}}{2^{23}}$$

Jeżeli, na przykład, częstotliwość rezonatora kwarcowego f_c jest równa częstotliwości zegarowej:

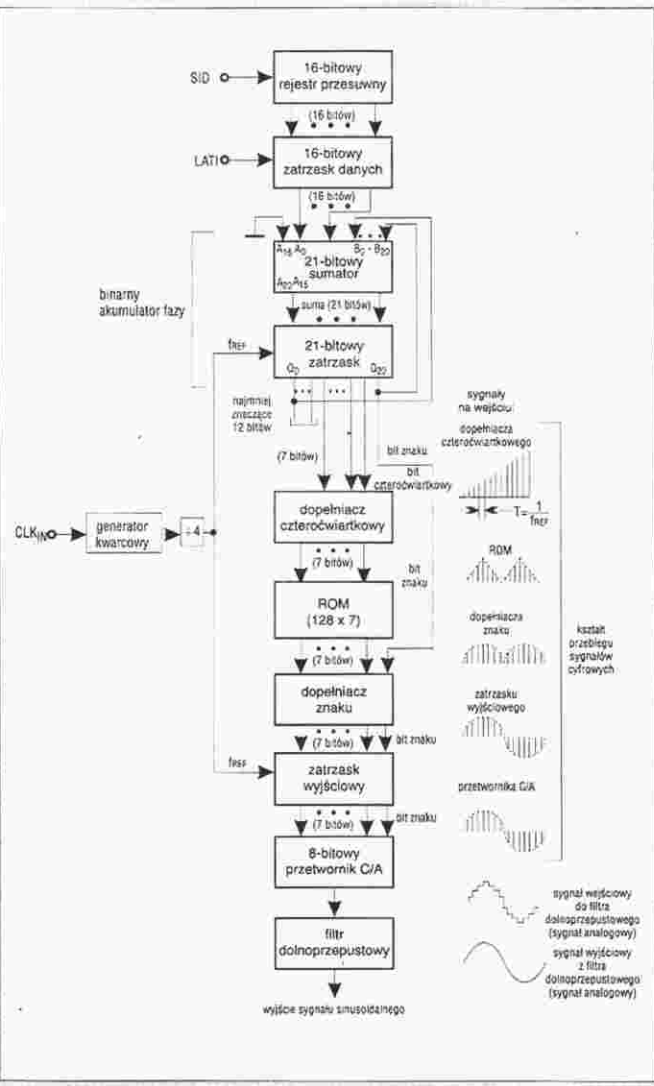
$$f_{clk(in)} = 4,194304 \text{ MHz}, \Delta f = 0,5 \text{ Hz}$$

$$f_{a(max)} = f_{clk(in)} \cdot \frac{2^{16}}{2^{21}} = 32,768 \text{ kHz}$$

Z 21 bitów jest przetwarzane jedynie osiem najstarszych. Najstarszy bit jest symbolem polaryzacji.

Poza symetrią względem osi czasu, sinusoida charakteryzuje się symetrią wartości szczytowych fali. Dopelniać czterocwartkowy interpretuje przy udziale drugiego najstarszego bitu 7-bitową wartość fazy w taki sposób, że do odtworzenia przebiegu wyjściowego wystarcza tablica przeglądowa zawierająca 128 kroków fazy w zakresie od 0 do $\pi/2$.

Następnym krokiem procesu jest ponowne użycie symbolu polaryzacji dla upewnienia się, czy ma być wysłany dodatni czy ujemny półokres (dopelniać znaku)



ODSTRASZACZ GRYZONI



Wydawać się to może nieprawdopodobnym, ale może się jednak zdarzyć: któregoś poranka nie uda się uruchomić samochodu i to nie z powodu rozładowanego akumulatora czy niesprawnego silnika, ale z powodu przegryzienia kabli zapłonowych. Niektóre gryzone, a często także i kuny domowe, mają szczególny pociąg do wszelkiego rodzaju przedmiotów z tworzyw sztucznych i gumy, które z upodobaniem niszczą, nie jedząc ich zresztą. Omówiony poniżej układ utrzymuje te skądinąd piękne i zwinne zwierzątka w bezpiecznej odległości od samochodu.

G. Geissler

Zniszczenia dokonywane przez kuny w samochodowych systemach elektrycznych stały się problemem. Niemieckie stowarzyszenie samochodowe ADAC twierdzi, że w ciągu roku zgromadziło od swoich członków 350 doniesień o takich przypadkach. W wyniku publikacji na ten temat uruchomiono program badawczy, mający na celu znalezienie środków zaradczych.

Na szczęście można łatwo poradzić sobie z kunami domowymi w stosunkowo prosty sposób. Opisany odstraszcza elektronikny jest z całą pewnością skuteczny. Użyty układ może zostać przystosowany do odstraszania gryzoni, a także innych domowych szkodników oraz robactwa.

Ku miastom

Kuny domowe są małymi drapieżnikami, które do niedawna trzymały się

z dala od miast i osiedli. Ostatnio jednak zmieniają swoje miejsca zasiedlenia i przenoszą się z lasów i pól do miast. W niektórych krajach Europy, zwłaszcza w Szwajcarii, Austrii i w południowych Niemczech, kuny domowe stają się prawdziwym utrapieniem zmotoryzowanych, a swoim nieopanowanym pociągiem do niszczenia przysparzają im znacznych kłopotów i słonych rachunków w warsztatach samochodowych. Badania wykazały, że zwierzęta te są początkowo przyciągane ciepłem silnika pod maską, gdzie znajdują wygodne miejsca do snu, zwłaszcza zimą. Nasuwa się jednak pytanie, dlaczego kuny zatapiają swoje bardzo ostre zębki w miękkie plastikowe czy gumowe części, kable, koszulki i pokryw. Szczegółowo analizowano zachowanie tych zwierząt celem znalezienia odpowiedzi na to pytanie. Szybko od-

rzucano hipotezę, że traktują plastik i gumę jako pożywienie, wszystkie bowiem rozgryzione drobne kawałki można znaleźć pod samochodem, a złożone razem dowodzą, że niczego nie brakuje. Kuny nie jedzą więc takich materiałów. W rzeczywistości, gryzienie tych części ma charakter zabawy i w tym aspekcie zachowują się one podobnie jak psy i koty.

Co robić?

Chociaż w większości krajów Europy kuny domowe nie czynią szkód, to Cytelnicy, mający zamiar udać się na wakacje do Austrii, Szwajcarii czy południowych Niemiec, powinni wiedzieć o ryzyku szkód, spowodowanych przez te zwinne i swawolne zwierzątka.

ADAC dokonał testów szeregu dostępnych na rynku układów odstraszających kuny. Badania te doprowadziły do konkluzji, że najlepszą ochronę zapewniają układy emitujące ultradźwięki. Najlepszym odstraszczałem był układ generujący sygnał o częstotliwości pomiędzy 17kHz a 19,5kHz o ciśnieniu akustycznym od 90dB do 110dB w odległości 30cm. Sygnał ten może być przykry również i dla ludzi, jest jednak na ogół słyszany jedynie przez osoby młode w niewielkiej odległości od samochodu.

Doświadczenia wykazały, że taki system odstrasza również myszy, szczury, karaluchy, mrówki i pchły. Psy i koty także uciekają od tego źródła ultradźwięków.

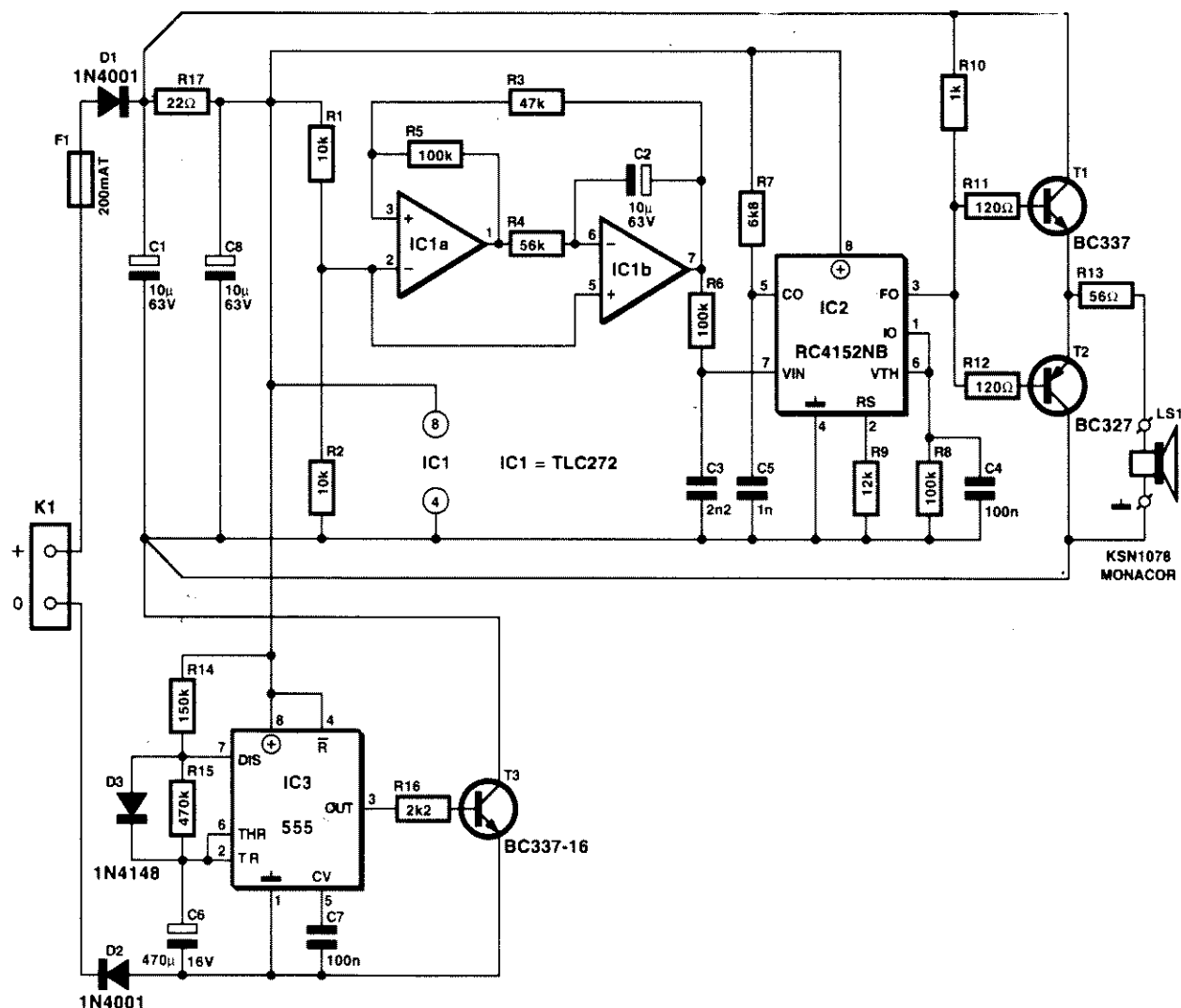
Schemat

Schemat elektryczny odstraszcza gryzoni jest przedstawiony na **rysunku 1**. Został on tak pomyślany, że jego zastosowanie nie ogranicza się do odstraszania jedynie kun.

Wzmocniacze operacyjne IC1a i IC1b tworzą generator fali prostokątnej i trójkątnej. Sygnał o kształcie prostokątnym otrzymuje się z wyprowadzenia 7 IC1b. Jego częstotliwość wynosi około 1kHz, a amplituda zmienia się od 3V do 7V. Służy on do sterowania przetwornikiem napięcia na

DANE TECHNICZNE

- ♦ Napięcie zasilania:9...15V
- ♦ Pobór prądu:35mA
- ♦ Prąd spoczynkowy:0,25mA
- ♦ Współczynnik wypełnienia: 1:2
- ♦ Częstotliwość pracy: 20...50kHz
- ♦ Częstotliwość przestrajania: ... 1Hz



Rys. 1. Schemat elektryczny odstraszacza gryzoni. Jest on przeznaczony głównie do odstraszania kun domowych od komory silnika w samochodach parkujących nocą na ulicy.

częstotliwość (VCO) utworzonego z układu scalonego RC4152 (firmy Raytheon) lub jego odpowiednika o tym samym rozkładzie wyprowadzeń LM331 (firmy National Semiconductor). Układ ten został wybrany ze względu na minimalną liczbę biernych elementów, potrzebnych do wykonania VCO. Scalony VCO może generować sygnał prostokątny o częstotliwości od 1Hz do 100kHz, co w zupełności wystarcza do tego zastosowania. Sygnał sterujący jest doprowadzony do końcówki 7 IC2 przez obwód R-C, składający się z R6 i C3. Częstotliwość VCO zależy od R7, R8, R9 i C4. Oblicza się ją z zależności:

$$f_0 = \frac{U_{in}}{2,09V} \cdot \frac{R_g}{R_b} \cdot \frac{1}{R_c C_s}$$

Po wprowadzeniu poziomu napięcia sterującego i użytych w układzie wartości elementów z tego wzoru

otrzymuje się zakres częstotliwości od 22kHz do 50kHz. W praktyce takie sygnały oddziałują na większość interesujących nas tutaj zwierząt i ro-

bactwa.

Sygnał wyjściowy VCO jest kierowany za pośrednictwem wzmacniacza T1-T2 do ceramicznego głośnika wysoko-

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1, R2: 10kΩ
R3: 47kΩ
R4: 56kΩ
R5, R6, R8: 100kΩ
R7: 6,8kΩ
R9: 12kΩ
R10: 1kΩ
R11, R12: 120Ω
R13: 56Ω
R14: 150kΩ
R15: 470kΩ
R16: 2,2kΩ
R17: 22Ω

Kondensatory

C1, C2, C8: 10μF/63V, stojący
C3: 2,2nF
C4, C7: 100nF

C5: 1nF

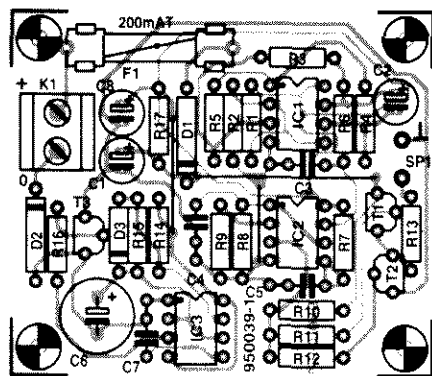
C6: 470μF/16V, stojący

Półprzewodniki

D1, D2: 1N4001
D3: 1N4148
T1: BC337
T2: BC327
T3: BC337-16
IC1: TLC272
IC2: LM331 lub RC4152NB
IC3: 555

Różne

K1: 2-stykowy blok zaciskowy do druku, rozstaw 5mm
SP1: ceramiczny głośnik wysokotonowy (np. Monacor KSN1078)
F1: bezpiecznik 0,2AT z oprawką do druku obudowa 82x80x55mm



Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej odstraszacza gryzoni.

tonowego o wysokiej impedancji. Prototyp był testowany z wysokotonowym głośnikiem typu KSN1078 firmy Monacor (Monarch) o zakresie częstotliwości od 5kHz do 20kHz i skuteczności 98dB (2,83V/1m). Dzięki dużej impedancji głośnik ten może być wzbudzany przez wzmacniacz złożony z dwóch małych tranzystorów serii BC. Szeregowy rezystor 56Ω zapewnia wzmacniaczowi odporność na zwarcia.

Układ jest przeznaczony do umieszczenia w komorze silnika, wygodnie więc będzie zasiliał go z akumulatora. Istotnym wymaganiem jest w związku z tym mały pobór prądu. W celu utrzymania poboru prądu na możliwie jak najniższym poziomie

układ automatycznie włącza się i wyłącza. Czas włączenia wynosi minutę, a wyłączenia dwie minuty. Przelączenie tego dokonuje IC3, timer 555. W układzie multiwibratora astabilnego. Jest on nieprzerwanie połączony z akumulatorem, podczas gdy reszta układu jest połączona z akumulatorem za pośrednictwem szeregowego tranzystora T3. W czasie, gdy stan wyjścia IC3 jest wysoki, przewodzi tranzystor T3, zaś układy IC1, IC2 i wzmacniacz wyjściowy są zasilane przez złącze kolektor-emiter tranzystora T3. Przez czas, gdy wyjście IC3 jest w stanie niskim, reszta układu zostaje odcięta od masy i układ milczy przez 2 minuty, dopóki T3 znowu nie zacznie przewodzić.

Układ jest wyposażony w kilka elementów zabezpieczających. Bezpiecznik F1 (200mA) odcina go od akumulatora w razie zwarcia. Diody D1 i D2 zabezpieczają układ przed zamianą polaryzacji zasilania. Wreszcie obwód C1-R17-C8 tłumi zakłócenia i skoki napięcia w instalacji samochodu.

Wykonanie

Mozaika ścieżek płytki drukowanej jest zamieszczona na wkładce, rozmieszczenie elementów na tej płytce przedstawia **rysunek 2**. Płytkę nie jest, niestety, dostarczana przez Dział Obsługi Czytelników, trzeba ją więc wykonać we własnym zakresie. Układ montuje się w niewielkiej obudowie o wymiarach około 80x80x55mm, która zmieści się w komorze silnika każdego samochodu.

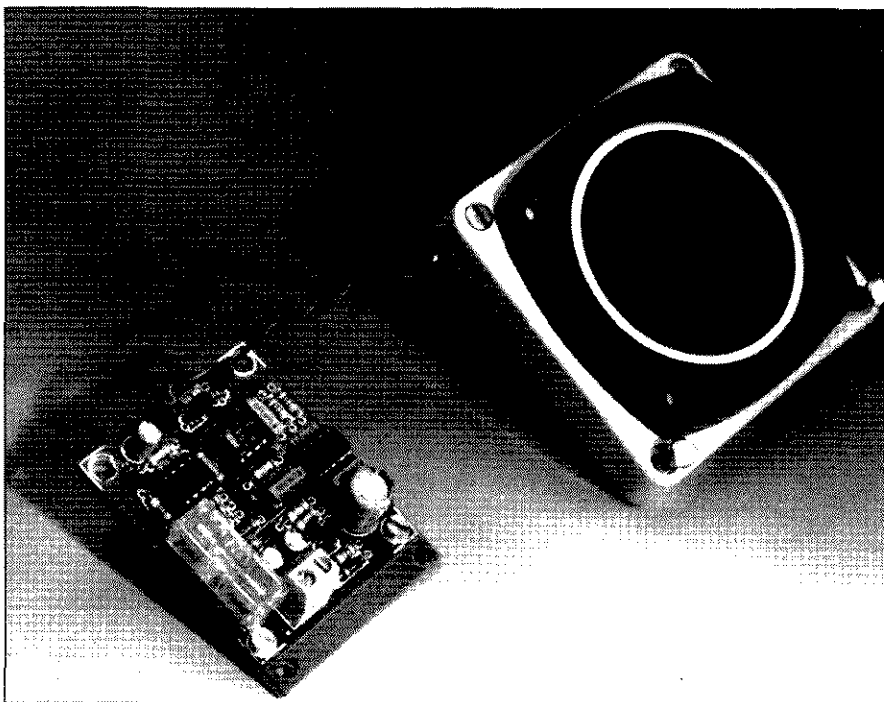
Montaż należy zacząć od wykonania na płytce zworek z drutu. Następnie montuje się elementy bierne i blok zacisków doprowadzeń. Na koniec wlutowuje się układy scalone. Podstawki nie są niezbędne.

Po dokładnym zmierzeniu wymiarów głośnika należy wyciąć dla niego otwór w obudowie. Należy także wyciąć w niej otwór na gumową przelotkę zabezpieczającą przewód doprowadzający napięcie. Teraz należy umocować płytkę w obudowie i połączyć ją z głośnikiem. Dla zabezpieczenia wnętrza przed wilgocią, przelotka powinna szczelnie obejmować przewód, a obudowa powinna być połączona z pokrywą za pośrednictwem uszczelki.

Układ musi być zasilany z zacisków nie odłączanych stacją, na przykład z gniazdka zapalniczki lub bloku końcówek, służących do zasilania radioodbiornika.

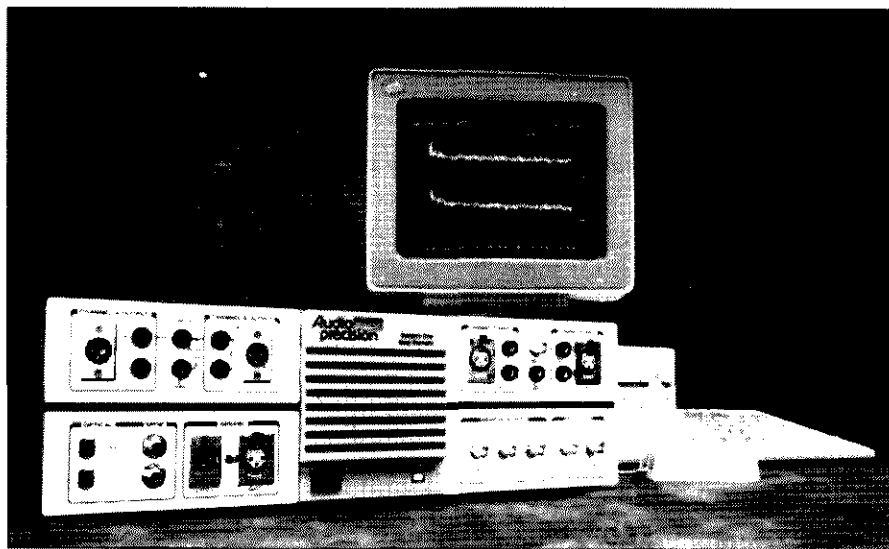
Inne zastosowania

Jak już wspomniano, układ jest przeznaczony przede wszystkim do odstraszania kun domowych od samochodu. Może jednak być używany także przeciwko innym zwierzętom. Właściciele piaskownicy będą zadowoleni z doskonałego środka zabezpieczającego piasek przed zanieczyszczeniem przez koty i psy. Myszy, szczury, mrówki, karaluchy i pchły także będą unikać miejsc strzeżonych przez opisany układ. Dowodzi to, że istnieją nie odwołujące się do chemii, bezkruwe sposoby pozbywania się uciążliwych stworzeń. ■



Rys. 3. Zmontowany prototyp. Jest ważne, aby obudowa była wodoszczelna.

SYSTEMY POMIAROWE AUDIO STEROWANE KOMPUTEROWO



Współczesny komputer PC, ze względu na swoją stosunkowo niską cenę i znaczną moc obliczeniową, jest idealną bazą dla systemów pomiarowych. Artykuł niniejszy stanowi przegląd możliwości i sposobów działania nowoczesnych, sterowanych komputerowo urządzeń pomiarowych systemów audio. Przedstawia on również podstawowe dane szeregu takich urządzeń spośród oferowanych na rynku. Ich ceny różnią się znacznie i wynoszą od £40 za proste układy dla hobbystów do £10.000 (i więcej) za profesjonalne systemy najwyższej klasy.

Skutkiem szybkiej ewolucji komputerów PC na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat jest fakt, że dzisiaj niemal każdy ma komputer albo używa go do celów prywatnych lub zawodowych. Największy w tym udział mają komputery klasy IBM PC i kompatybilne. Obecnie za kwotę mniejszą niż £1000 można nabyć komputer o mocy obliczeniowej i pojemności pamięci uważanych przed kilku laty za nieosiągalne, a przynajmniej futurystyczne. Wraz ze swoimi możliwościami graficznymi PC nadaje się oczywiście także do poważniejszych zadań niż tylko do wklepywania tekstów za pomocą edytora czy obliczeń dokonywanych w arkuszach kalkulacyjnych. Twórcy systemów pomiarowych już

dawno zdali sobie sprawę z potencjału komputerów PC, różnorodności sterowanych przez nie urządzeń pomiarowych i wstawianych do nich kart. Zdarzają się także "zwyczajne" systemy pomiarowe, zawierające w pełni mikroprocesorowy rdzeń, często wyposażone w klawiaturę sterującą i wyświetlacz do wizualizacji danych. Przeglądając katalogi takich firm jak Hewlett Packard czy Tektronix można znaleźć wspaniałe urządzenia pomiarowe najwyższej klasy, o wielkiej mnogości zakresów i sposobów sterowania, a wszystko to dzięki dysponowanej mocy obliczeniowej. Ten rodzaj urządzeń nie wchodzi jednak w zakres niniejszego artykułu, który ogranicza się do syste-

mów pomiarowych audio, połączonych z komputerem za pomocą kabla czy wstawionej do niego karty. Skoncentrowaliśmy się tu na przyrządach do ekstensywnych pomiarów audio, łącznie z wyznaczaniem pasma częstotliwości i poziomu zniekształceń.

Klasyfikacja

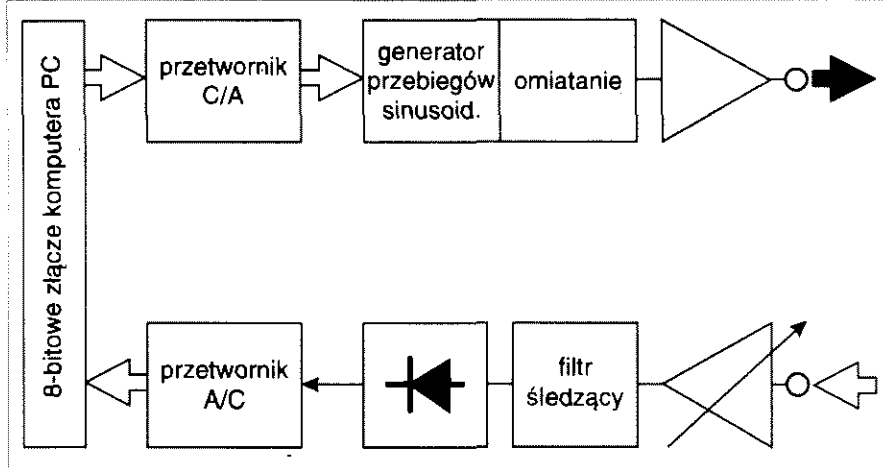
Z punktu widzenia konstrukcji systemy pomiarowe audio można podzielić na dwie klasy:

- **zewnętrznych systemów pomiarowych**, w których udział komputera ogranicza się do wprowadzania parametrów i zakresów pomiaru oraz wizualizacji i ewentualnie przetwarzania wyników,
- **wewnętrznych systemów pomiarowych**, wstawianych do komputera i dzielących z nim niektóre zespoły (na przykład karty, wpisujące wyniki pomiarów bezpośrednio do pamięci komputera).

Różnice tych dwóch klas mogą na pierwszy rzut oka wydawać się marginalne, jest przecież możliwe wykonywanie niektórych z tych urządzeń albo w wersji wewnętrznej albo zewnętrznej. Zaletą systemu zewnętrznego jest możliwość jego przeniesienia do innego komputera.

Podstawowa różnica pomiędzy wewnętrznym i zewnętrznym systemem sterowanym komputerowo polega na osiągalnej dokładności. Chociaż wysokiej rozdzielczości przetwornik analogowo-cyfrowy może zostać umieszczony na karcie, to jednak, wobec poziomu zakłóceń panujących w komputerze, trudno będzie osiągnąć jego maksymalną dokładność. Zakłócenia te są wywoływane przez zasilacz impulsowy oraz strome przebiegi przełączania i danych. Wszystko to poważnie ogranicza pomiary sygnałów o niskich amplitudach. W tym właśnie zakresie nad wewnętrznymi systemami pomiarowymi górują zewnętrzne, umożliwiając bowiem lepsze ekrany

nowanie tak wrażliwych na zakłócenia części układu jak przetwornik A/C. Tylko nieliczni wyspecjalizowani wytwórcy potrafią produkować dostatecznie ekranowane i odłączone karty komputerowe, osiągające wysoką dokładność pomiaru. Dlatego też nie można spodziewać się wiele po systemie pomiarowym audio w formie karty komputerowej. Jeśli jest nawet wyposażona w przetwornik 16-bitowy, to prawdopodobnie osiąga co najwyżej precyzję 12 lub 13 bitów. Jeżeli wymaga się rzeczywiście dokładnych pomiarów audio, na przykład poziomów zniekształceń wzmacniaczy Hi-Fi, jedyną alternatywą jest użycie zewnętrznego



Rys. 1. Blokowa struktura charakterografu sterowanego komputerowo.

Zewnętrzne systemy pomiarowe

NAZWA

Klasa

Połączenie z komputerem

Typ

Wymagania w stosunku do komputera

Dokładność

Możliwości pomiarowe

Cena

Dystrybutor

Opcje

AUDIO PRECISION SYSTEM ONE

przyrząd zewnętrzny

własny interfejs, karta PCI, RS232 lub IEEE-488

pomiar analogowy, system z dodatkowym zespołem DSP i zespołem cyfrowym, opcja pomiarów MLS

PC z 8088 lub wyższym, MS-DOS 3.1 lub wyższy, min. 640kB RAM

część analogowa:

całkowita zaw. harmonicznym + szumy:

< 0,0015% (pasmo 20kHz)

20Hz...20kHz \pm 0,05dB

część FFT:

całkowita zaw. harmonicznym + szumy:

120dB (20bitów)

częstotliwość próbkowania: max. 192kHz

częstotliwość, amplituda, generator fazy

o bardzo małych zniekształceniach,

charakterystyka częstotliwości,

zniekształcenia nieliniowe,

zniekształcenia intermodulacyjne (również DIM),

pomiar mocy.

część DSP: analiza FFT

wersja dual domain: pomiary sygnałów

cyfrowych audio

od około £7.000

SSE Marketing Ltd, tel (+44) 171 387 1262

różne filtry, płytka IMD, analizator kołysania (wow) i drżenia (flutter), generator burst/noise, układ DSP, układ dual domain, mikrofon pomiarowy, switchbox, moduł wielofunkcyjny, oprogramowanie aplikacyjne.

AES-MEPG

przyrząd zewnętrzny

przez port drukarki

generator omiatający z woltomierzem

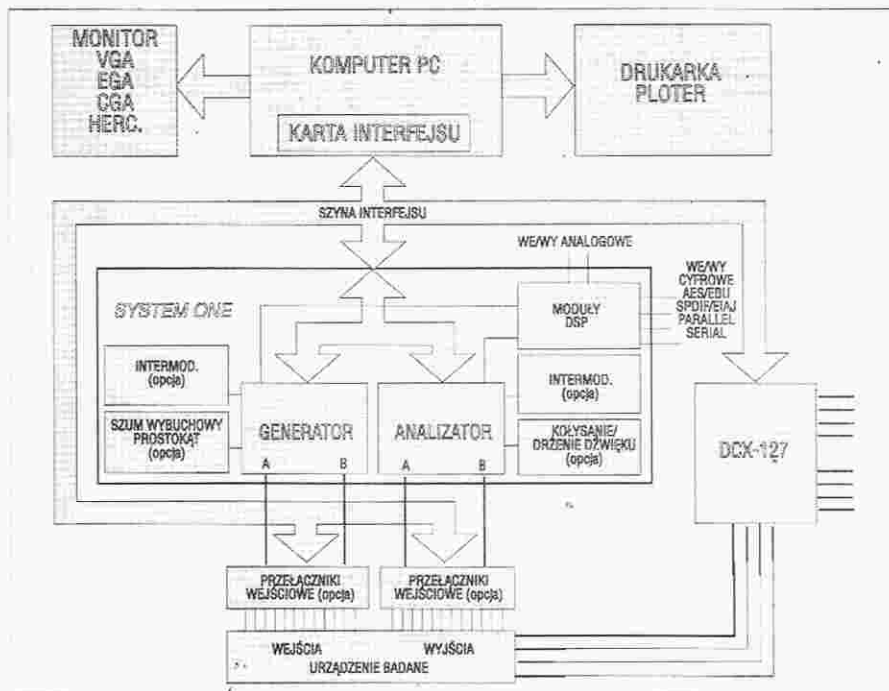
PC z 8088 lub wyższym, MS-DOS 2.0 lub wyższy

14 bitów

charakterystyka częstotliwościowa

około £315

AE Systeme, Schwertstrasse 138, D-47799 Krefeld, Deutschland, tel (+49) 215 131 6071 również jako kit od £80 (płytki + program)



Rys. 2. Schemat blokowy ekstensywnego analogowego systemu pomiarowego - Audio Precision System One.

systemu pomiarowego. Do pomiarów o mniej wygórowanych wymaganiach, na przykład ciśnienia akustycznego (SPL - sound pressure level) czy pomiarów pasma przenoszenia systemu głośnikowego, wewnętrzna karta komputerowa w zupełności wystarcza, a często jest znacznie tańsza od systemu zewnętrznego. Trzeba oczywiście wziąć pod uwagę, że jakość karty zależy przede wszystkim od zastosowanego układu. Nie można oczekiwać od niego cudów wyłącznie dlatego, że jest zewnętrzny. W obu rozwiązaniach jakość silnie wiąże się z ceną.

Systemy pomiarowe audio

Ilość różnorodnych pomiarów, którym można poddać urządzenia audio, jest oszałamiająca; wyliczenie ich wszystkich w tym artykule jest niemożliwe. Wystarczy choćby zajrzeć do katalogu firmy Bruel & Kjaer, która wytwarza

Zewnętrzne systemy pomiarowe

NAZWA

Klasa
Połączenie z komputerem
Typ

Wymagania w stosunku do komputera

Dokładność

Możliwości pomiarowe

Cena

Dystrybutor

Opcje

IMP 2.0

przyrząd zewnętrzny
przez port Centronics
generator + analizator FFT,
opcja pomiarów MLS
PC z 8088 lub wyższy, min. MS-DOS 3.1,
min. 640kB RAM
12 bitów,
częstotliwość próbkowania max. 61,4kHz
charakterystyka częstotliwości,
charakterystyka fazy,
pomiar impedancji,
parametry Thiele'a/Smalla,
widmo wodosładowe,
około £395

Clear Sound, I. Brouwersteeg 4, NL-8911 BZ
Leeuwarden, The Netherlands,
tel (+31) 58 159 927

cena obejmuje mikrofon pomiarowy

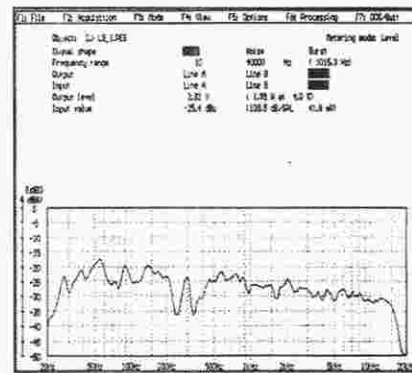
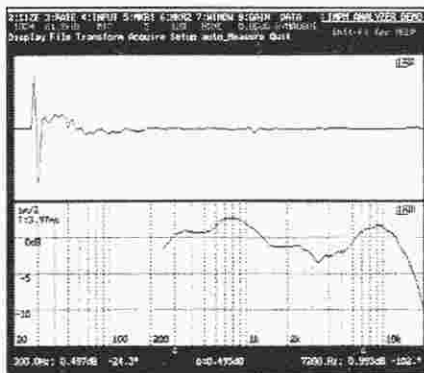
KEMSONIC AMS PC/ST TYPE 1656

przyrząd zewnętrzny
przez spręż RS232
generator omiatający z woltomierzem
(i opcjonalnie z filtrem śledzącym)
PC, MS-DOS 3.1 lub wyższy, min. 640kB
RAM (jest również wersja na Atari)
nie podana

charakterystyka częstotliwości,
pomiar impedancji,
parametry Thiele'a/Smalla,
akustyka pomieszczeń.

od około £425

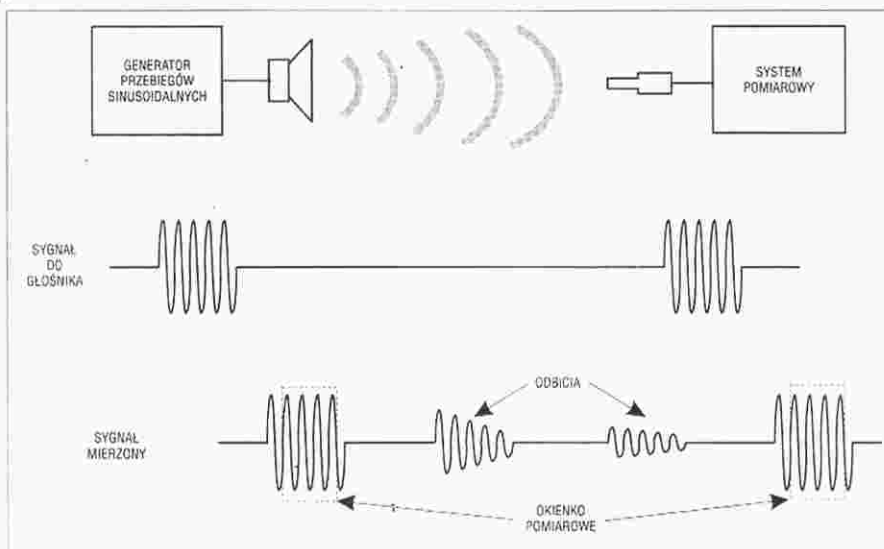
Kemsonic Audio Measurement Systems
GmbH, Teutoburgerstrasse 37, D-4800
Bielefeld, Deutschland, tel (+49) 521 175 314,
fax (+49) 521 176 931
filtr śledzący 1/3 oktawy, karta do pomiarów
fazy, mikrofony, przetwornik wibracji, moduł
wejścia/wyjścia, oprogramowanie do
testowania jakości.



dziesiątki różnych przyrządów jedynie do pomiarów audio. Różnorodność ta zawęża się na szczęście znacznie, jeżeli skoncentrujemy się na aparaturze sterowanej komputerowo.

Charakterografy pasma przenoszenia

Najprostszy rodzaj karty komputerowej do pomiarów audio składa się z generatora i woltomierza. Do badanego urządzenia (na przykład głośnika lub wzmacniacza) zostaje doprowadzone napięcie sinusoidalne, a woltomierz mierzy poziom sygnału w pewnej liczbie punktów w trakcie operacji pomiaru. Krzywa przenoszenia w funkcji częstotliwości zostaje następnie wyświetlona na monitorze komputera (zob. schemat blokowy na **rysunku 1**). Niestety wyniki pomiarów z sygnałem sinusoidalnym w zwyczajnym, nie pozabawionym echa pomieszczeniu nie są rzetelne, są bowiem zniekształcone



Rys. 3. Pomiar bramkowaną sinusoidą polega na wysłaniu do mikrofonu pomiarowego impulsów przebiegu sinusoidalnego. Odbiornik jest blokowany poza okresem bramki, zatem odbicia dźwięku od ścian pomieszczenia są eliminowane.

Karty komputerowe

NAZWA

Klasa

Połączenie z komputerem

Typ

Wymagania w stosunku do komputera

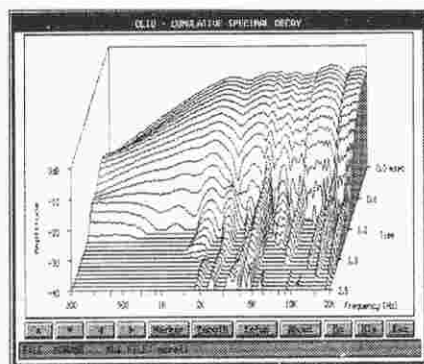
Dokładność

Możliwości pomiarowe

Cena

Dystrybutor

Opcje



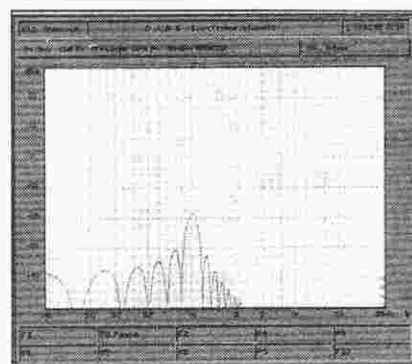
AUDIOMATICA CLIO 3.0

8-bitowa karta komputerowa wewnętrzna

generator + analizator FFT, pomiar MLS
PC z 80286 lub wyższym, karta video EGA, 640kB RAM, dysk twardy
2 kanały 16-bitowe, częstotliwość próbkowania max. 51.2kHz

analizator FFT,
zniekształcenia nieliniowe,
charakterystyka częstotliwościowa,
pomiar fazy,
charakterystyka wodosładowa,
akustyka pomieszczeń,
parametry Thiele'a/Smalla,
pomiar impedancji, L i C,
funkcja oscyloskopu.
około £275

Acoustical Supply International, 100 Cherokee Blvd. Suite 211, Chattanooga, TN37405, USA, tel (+1) 615 752 1720, fax (+1) 615 752 1725
mikrofon pomiarowy, przedwzmacniacz mikrofonowy



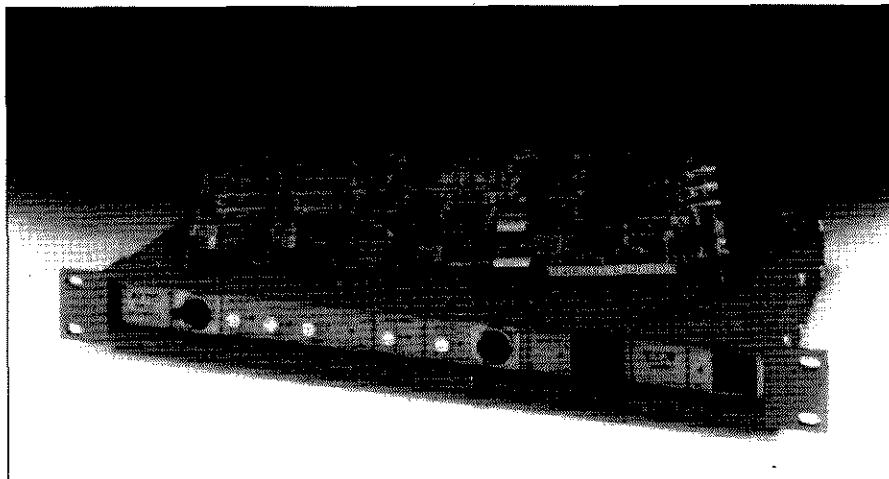
DAAS 3L

16-bitowa karta komputerowa wewnętrzna

generator + analizator FFT, pomiar MLS
PC z 80386, MS-DOS 5.0, dysk twardy, 2MB RAM, karta EGA/VGA
16-bitowy 2-kanałowy przetwornik A/C i C/A, częstotliwość próbkowania max. 48kHz

charakterystyka częstotliwościowa,
charakterystyka fazowa,
zniekształcenia nieliniowe,
pomiar modulacji wzajemnej,
krzywa impedancji,
parametry Thiele'a/Smalla,
indukcyjność, pojemność,
funkcja oscyloskopu,
widmo wodosładowe.
nie podano

adm engineering, Steinmaate 24, D-48259 Nordhorn, Deutschland, tel (+4) 5921 721 000



Rys. 4. Karta pomiarowa MLSSA stanowiąca standard przemysłowy. Pod kartą znajduje się dodatkowy wzmacniacz mocy ze wzmacniaczem mikrofonowym, oferowany jako opcja przez Stage Company.

przez odbicia. Efekty te mogą być częściowo wyeliminowane przez stosowanie wąskopasmowych filtrów śle-

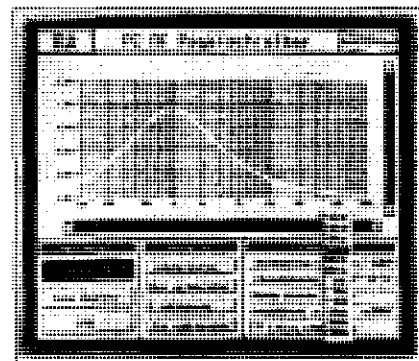
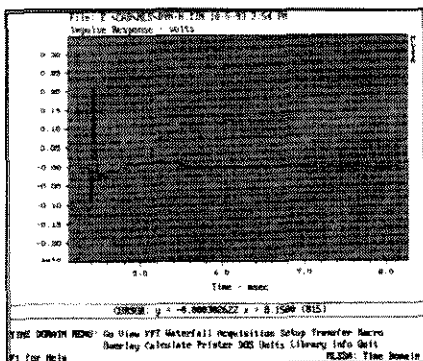
dzących albo tak zwanej funkcji woblacyjnej, wytwarzającej szybkie zmiany chwilowej częstotliwości w granicach

tercji lub oktawy.

Analogowe systemy pomiarowe

Pomiary zniekształceń wymagają specyficznych urządzeń z bardzo stromymi filtrami do separacji częstotliwości podstawowej od harmoniczných. Po- wszechnie znanym przyrządem do tego celu jest znany od ponad dziesięciu lat Audio Precision System One, który stał się rodzajem standardu pomiarowego urządzeń audio Hi-Fi. Miernik jest oczywiście zewnętrzny i zawiera wszystkie podzespoły potrzebne do wykonywania wykresów w funkcji częstotliwości, pomiarów zniekształceń i innych. Istnieje wersja z wbudowanym analizatorem FFT (Fast Fourier Transform) oraz opcjonalnym rozszerzeniem do pomiarów cyfrowych sygnałów audio. Ceny APS One zaczynają się od £7.000. Może się to wydawać dużo, ale biorąc pod uwagę imponujące parametry i możliwości,

Karty komputerowe



NAZWA

Klasa
Połączenie z komputerem
Typ
Wymagania w stosunku do komputera

Dokładność

Możliwości pomiarowe

Cena

Dystrybutor

Opcje

DRA MLSSA V9.0

8-bitowa karta komputerowa
wewnętrzne
generator + analizator FFT, pomiar MLS
PC z min. 8086, 640kB RAM, koprocessor,
MS-DOS min. 2.1
12-bitowy przetwornik A-C,
częstotliwość próbkowania max. 160kHz

charakterystyka częstotliwościowa,
charakterystyka fazowa,
krzywa opóźnienia,
krzywa impedancji,
parametry Thiele'a/Smalla,
charakterystyka promieniowania głośnika,
widmo wodospadowe,
akustyka pomieszczeń.
około £4.200

DRA Laboratories, 4587 Cherrybark Court,
Sarasota FL 34241, USA, tel (+1) 813 927-2617,
fax (+1) 813 925-0964
interface audio SA AI 110

ELV PC frequency curve writer

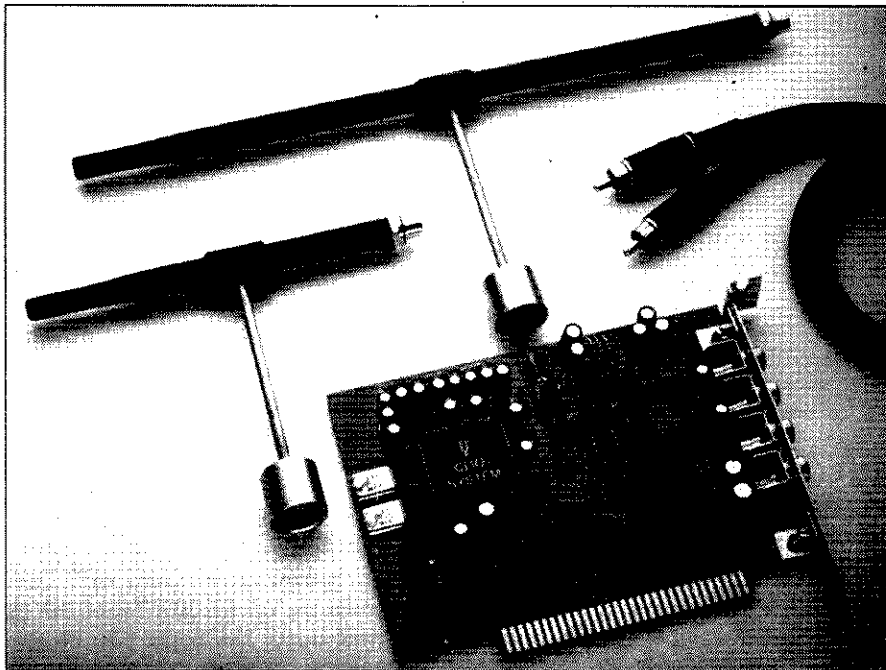
8-bitowa karta komputerowa
wewnętrzne
generator omiatania z woltomierzem
PC, MS-DOS

nie podano

pomiar pasma przenoszenia za pomocą
woblacji sinusoidy

około £90

ELV GmbH, D-26787 Leer, Deutschland,
tel (+49) 491 6008-0, fax (+49) 491 7016



Rys. 5. Nowoczesny system pomiarowy Clio wraz z kilkoma mikrofonami pomiarowymi. Zwracają uwagę małe, w porównaniu z kartą MLSSA, rozmiary tej karty.

za sumę tę otrzymuje się najlepszy w swojej klasie przyrząd pomiarowy. Schemat blokowy APS One jest przedstawiony na **rysunku 2**. W jego skład wchodzi standardowe podzespoły systemu pomiarowego: generator o niskich zniekształceniach, wzmacniacze wejściowe z filtrami pomiarowymi, częstotściomierz i woltomierz. Jedynym niekonwencjonalnym blokiem jest interfejs pomiędzy systemem a komputerem. Pozwala on na przykład ustalić częstotliwość i poziom wyjściowy oscylatora, a wyniki pomiaru zostają dostarczone do komputera w formie cyfrowej. Komputer przetwarza następnie te dane, przykładowo, na krzywą pasma częstotliwości, aby ją wyświetlić na monitorze. Pomimo (a może właśnie dzięki) całkiem konwencjonalnego zestawu systemu jego dokładność jest bardzo wysoka i układ stał się standardem dla wszystkich innych sterowanych komputerowo systemów pomiarowych. Sekcja FFT zawiera więcej rarytasów, takich jak roz-

Karty komputerowe

NAZWA

Klasa
Połączenie z komputerem
Typ

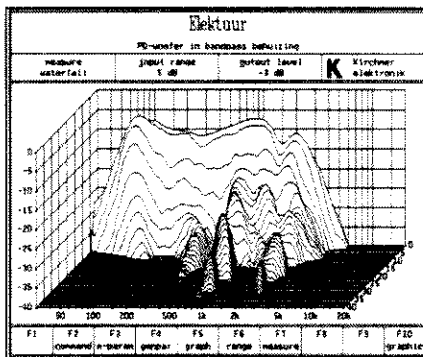
Wymagania w stosunku do komputera
Dokładność

Możliwości pomiarowe

Cena

Dystrybutor

Opcje



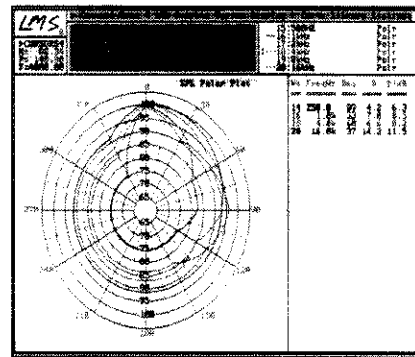
KIRCHNER ATB 2.4

8-bitowa karta komputerowa
wewnętrzne
generator + analizator FFT

PC, MS-DOS
12-bitowy przetwornik,
częstotliwość próbkowania max. 100kHz

charakterystyka częstotliwościowa,
pomiar impedancji,
pomiar fazy,
charakterystyka promieniowania,
analiza FFT,
zniekształcenia nieliniowe,
widmo wodospadów,
funkcja oscyloskopu.
około £1.280

Kirchner Elektronik, Wendenstrasse 53,
D-3300 Braunschweig, Deutschland,
tel/fax (+49) 531 46412
oprogramowanie do testowania jakości,
moduł wejścia/wyjścia.



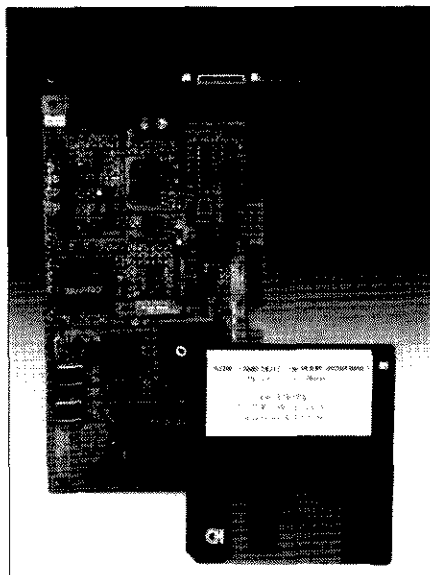
LMS

8-bitowa karta komputerowa
wewnętrzne
generator wobulowany (burst) i woltomierz
z brankowaniem
PC, MS-DOS
nie podano

brankowany pomiar ciśnienia akustycznego,
charakterystyka częstotliwościowa,
krzywe impedancji,
przebiegi niestabilne (za pomocą
odwróconej FFT),
wykres Nyquista,
charakterystyki promieniowania głośnika.

około £1.000

Linear X Systems Inc., w Wielkiej Brytanii:
Munro Associates,
tel. (+44) 171 379 7600
mikrofon pomiarowy dostarczany razem
z kartą



Rys. 6. Obecnie można niewielkim kosztem wykonać pomiary charakterystyki impulsowej, wykreślić charakterystykę częstotliwościową i zmierzyć zniekształcenia za pomocą takich programów jak AIRR lub PC Audiolabs, wykorzystujących wewnętrzną kartę dźwiękową komputera.

Pomiary bramkowaną sinusoidą

Na długo przed tym, zanim systemy pomiarowe sterowane komputerowo osiągnęły zdolność łatwego dokonywania fourierowskiej analizy FFT, została wynaleziona (między innymi przez znanego producenta głośników KEF) metoda wykonywania dokładnych pomiarów na głośnikach. Największym problemem z głośnikami jest nieunikniony odbiór odbić przez mikrofon pomiarowy, na przykład przy zdejmowaniu krzywej pasma przenoszenia. Można tego uniknąć jedynie dokonując pomiarów w bardzo kosztownym i dużym pomieszczeniu bezechowym. Pomiary bramkowaną sinusoidą pole-

gają na wzbudzaniu badanego głośnika krótkim odcinkiem (burst) sinusoidy. System mierzy poziom odebranego sygnału tylko w ciągu krótkiego okresu, w którym sygnał ten po raz pierwszy dociera do mikrofonu (**rysunek 3**). Wszystkie nadchodzące później odbicia zostają odcięte i nie mogą spowodować błędu pomiaru. Można w ten sposób dokonywać całkiem dokładnych pomiarów charakterystyk głośników w zwykłym pokoju. Przykładem opartego na tej zasadzie nowoczesnego systemu pomiarowego jest LMS.

Pomiary impulsowe

Inna metoda, która była często dawniej stosowana (zwłaszcza przez KEF), polegała na pomiarze reakcji układu na impuls. Szerokość widma bardzo krótkiego impulsu (zwanego impulsem Diraca) w zasadzie jest nieskończona. Funkcja przejściowa pobudzonego takim impulsem badanego układu może zostać określona z kształtu odebranego impulsu za po-

kład sygnału na częstotliwości składowe czy wykonywanie pomiarów MLS. Opcjonalny układ double domain umożliwia użytkownikowi analizę cyfrowych sygnałów audio.

Programy komputerowe

NAZWA

Klasa
Połączenie z komputerem
Typ

Wymagania w stosunku do komputera

Dokładność

Możliwości pomiarowe

Cena

Dystrybutor

AIRR (Anechoic and in-Room Response)

program

program używający karty dźwiękowej PC jako generatora i do analizy FFT
PC, MS-DOS

zależna od karty dźwiękowej

pomiary impulsowe,
analiza FFT,
charakterystyka częstotliwościowa,
widmo wodosładowe.

\$49,95 (+\$10 P&P)

Old Colony Sound Lab, PO Box 243,
Department B94, Peterborough,
NH 03458-0243 USA, tel. (+1) 603 924 6371
fax (+1) 603 924 9467

PC AUDIO LAB 2.0

program

program używający karty dźwiękowej PC jako generatora i do analizy FFT
PC min. 80386, MS-DOS min. 3.3,
min. 4MB RAM, karta VGA
zależy od karty dźwiękowej

analiza FFT, pomiary impulsowe,
zniekształcenia nieliniowe,
charakterystyka częstotliwościowa (za pomocą wobulacji),
charakterystyka fazowa, krzywa impedancji,
akustyka pomieszczeń,
funkcja oscyloskopu,
analizator układów,
widmo wodosładowe.
od około \$300

Microacoustics, Audio Software Products,
2553 Carpenter St., Thousand Oaks,
CA 91362, tel/fax (+1) 805 495-8945

mocą fourierowskiej analizy FFT. Ograniczenie się do analizy jedynie pierwszego impulsu może całkowicie wyeliminować skutek odbić w pomieszczeniu. Za pomocą szeregu systemów pomiarowych, w tym Clio i PC Audiolab, oprócz innych pomiarów można przeprowadzać także testy impulsowe.

Systemy MLS

Skróty LMS i MLS mogą łatwo się mylić, znaczą jednak coś zupełnie innego. MLS znaczy Maximum Length Sequence (sekwencja maksymalnej długości) i odnosi się do zręcznej metody FFT, zaproponowanej przed około dziesięć laty przez Douglasa D. Rife'a. Opiera się ona na użyciu dokładnie zdefiniowanego krótkiego sygnału szumowego. Zostaje on odebrany przez mikrofon pomiarowy i doprowadzony do analizatora, który go analizuje i oblicza impuls odpowiedzi układu. Dzięki małej długości impulsu szumowego i faktowi, że okienko FFT może zostać ustawione na obliczenie na przykład charakterystyki częstotliwościowej, efekt odbić w pomieszczeniu

może zostać całkowicie wyeliminowany. Faktycznym standardem w tej dziedzinie jest system MLSSA. Ta karta komputerowa, chociaż już nienajmłodsza, ma rozdzielczość 12 bitów, co zupełnie wystarcza do pomiarów głośników. Producenci głośników uważają MLSSA za standard.

Przegląd konstrukcji

Cztery powyżej opisane metody są stosowane w większości dostępnych obecnie systemów pomiarowych. Zależnie od swoich wymagań Czytelnik będzie mógł dokonać wyboru spośród 12 systemów opisanych pokrótce powyżej. Trzeba nadmienić, że przegląd ten nie wyczerpuje listy tego rodzaju oferowanych obecnie produktów. Niewątpliwie można także natrafić na nieopisane wyroby o konkurencyjnych parametrach.

Ceny zaczynają się od £85 za prosty generator charakterystyk częstotliwościowych i szybko rosną. Ceny systemów, nadających się do poważnych pomiarów, włączając w to analizę

FFT i testy oparte na MLS, zaczynają się od około £350.

Dwie pozycje tego zestawienia, AIRR i PC Audiolab, wymagają specjalnej uwagi. System pomiarowy składa się zwykle z karty lub obudowy z kablem łączącym ją z komputerem. Jest on zatem dość drogi. AIRR i PC Audiolab wykorzystują kartę dźwiękową w komputerze celem redukcji kosztów. Współczesna generacja kart kompatybilnych z Soundblaster i Adlib zawiera 16-bitowe zespoły do rejestracji i odtwarzania przy cenach nieco niższych od £100. Wraz z odpowiednim oprogramowaniem takie karty umożliwiają pomiary porównywalne jakościowo z systemami w rodzaju MLSSA przy znacznie niższej cenie. Rozwiązania te są jednak w stadium początkowym i trzeba będzie jeszcze poczekać na oprogramowanie, zdolne zapewnić im takie same możliwości co MLSSA. Czytelnikom, którzy chcieliby dokonać pierwszego kroku na tym polu, można polecić bardzo tani program z Old Colony Sound Lab w USA. ■

Chcesz liczyć, licz na nas!
SIMEX®

Sp. z o.o.
Producent i dystrybutor elektronicznej
aparatury pomiarowej od 1986 roku

80-556 Gdańsk,
ul. Wielopole 7
tel/fax: (058) 43-12-26
43-03-28
43-04-42

OFERUJEMY

- ☛ Liczniki impulsów:
 - elektroniczne z wyświetlaczami LED i LCD,
 - elektromechaniczne,

- ☛ Liczniki mechaniczne, pneumatyczne (np. do pomiaru długości drogi).

- ☛ Liczniki czasu pracy urządzeń - IGS,

- ☛ Czujniki: optyczne, indukcyjne, pojemnościowe,

- ☛ Programowalne Liczniki Przepływu i poziomu mediów stałych i płynnych - PLP [t/h], [l/h], [m³/h].

- ☛ Programowane Wskaźniki Wielkości Fizycznych PWWF (0-20mA, 4-20mA, 0-10V...).

- ☛ Sterowniki mikroprocesorowe - AC, położenia - SP,

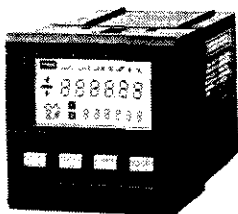
- ☛ Regulatory, Wskaźniki Temperatury

- ☛ Regulatory, Wskaźniki Ciśnienia

- ☛ Moduły wyświetlaczy LCD

- ☛ Wskaźniki BCD (wysokość cyfr od 10mm do ...).

- ☛ Urządzenia automatyki na zamówienie.



WES ELEKTRONIKA
ELEKTROTECHNIKA
SYSTEMY STEROWANIA

02-743 Warszawa ul. J. S. Bacha 22, tel. (022) 43 17 68, fax. (022) 40 57 54

**Wypróbowany partner
w automatyzacji przemysłu
oferuje niezawodne i tanie:**

- **PROGRAMOWANE STEROWNIKI LOGICZNE**
mikroprocesorowe sterowanie obiektami przemysłowymi

- **ZBLIŻENIOWE CZUJNIKI INDUKCYJNE**
sygnalizacja ruchomych części maszyn

- **CZUJNIKI POJEMNOŚCIOWE**
reakcja na zbliżenie tworzyw, drewna, cieczy itd.

- **INDUKCYJNE CZUJNIKI RUCHU**
kontrola prędkości części metalowych

- **KONTROLERY SILNIKÓW TRÓJFAZOWYCH**
kolejność i poziom faz, temperatura silnika

- **REGULATORY TEMPERATURY**
regulacja dwupołożeniowa z czujnikiem krzemowym

- **UKŁADY ODTWARZANIA MOWY**
sterowany odczyt komunikatów, alarmów, reklam

Zapraszamy!

Dział "101 układów" zawiera krótkie opisy użytecznych, aczkolwiek niezbyt skomplikowanych układów. Pismo ELEKTOR tradycyjnie publikuje pełen zbiór ponad stu takich projektów w podwójnym numerze lipcowo-sierpniowym (7/8) oraz grudniowym (12). W polskim wydaniu Elektora ten zbiór został podzielony na części publikowane w kolejnych numerach czasopisma.

Szeregowy 12-bitowy przetwornik A/C

Przy pomocy układu scalonego f-my Maxim MAX187, kilku innych elementów i krótkiego programu można zbudować i uruchomić prosty, lecz dobrze pracujący szeregowy 12-bitowy przetwornik A/C, który można podłączyć do 3 linii złącza drukarkowego (Centronics) komputera klasy PC. Jako przykład zastosowania (**rysunek 1**) wybraliśmy termometr, który oprócz przetwornika zawiera czujnik temperatury AD592 (AD590 - odmiana czujnika w obudowie plastikowej). Układ IC2 łącznie z R2 tworzą dzielnik napięcia, z którego jest zasilane wejście AIN w IC4.

Dzielnik ten wymaga zasilania napięciem 8V, przetwornik zaś jest zasilany napięciem 5V. Uzasadnia to konieczność zastosowania dwóch scalonych stabilizatorów IC1 i IC3. W innych zastosowaniach IC1 może okazać się zbędnym. Mimo że pobór prądu wynosi tylko kilka mA, układ jest zasilany z zewnętrznego źródła. Dioda D1 stanowi zabezpieczenie przed skutkami błędnego dołączenia zasilania. Sposób funkcjonowania układu

Wykaz elementów

Rezystory

R1: 10kΩ

Kondensatory

C1: 100μF/25V

C2: 10μF/16V

C3: 100nF

C4: 4,7μF/16V

Półprzewodniki

IC1: 78L08

IC2: AD592

IC3: 78L05

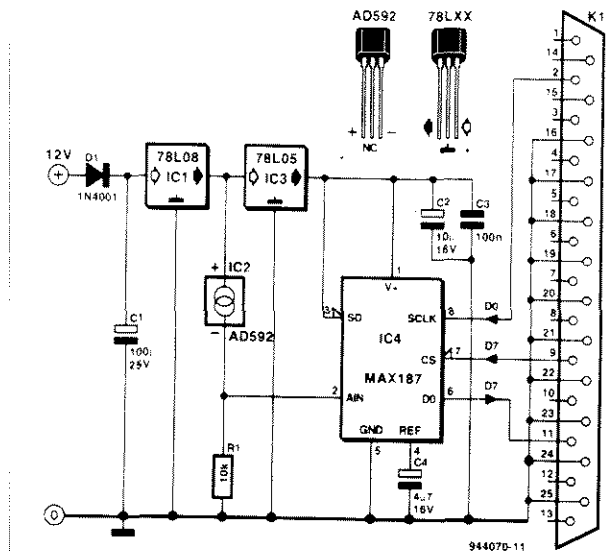
IC4: MAX187

D1: 1N4001

Różne

K1: złącze Centronics

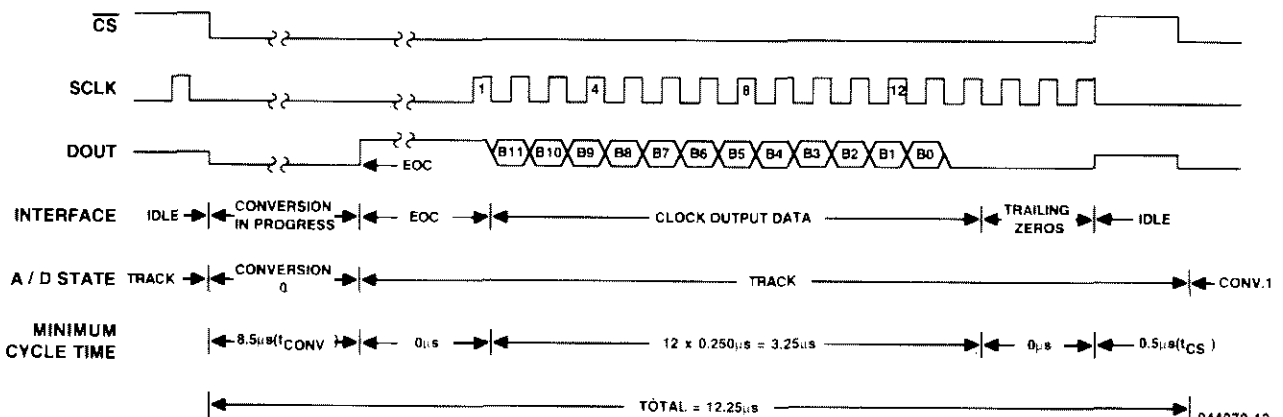
MAX187 jest pokazany na **rysunku 2**. Przetwornik jest uaktywniany stanem High na wejściu SD. W stanie "uśpienia" (SD=0) kostka pobiera tylko 10μA. Jeśli wejście SD pozostaje niepodłączone, to co prawda przetwornik może pracować, ale wewnętrzne źródło napięcia referencyjnego jest odłączone i koniecznym jest doprowadzenie tego napięcia z zewnątrz (na końcówkę 4). Przetwarzanie jest inicjowane ujemnym zboczem sygnału podanego na k.7 (Chip Select). Sygnał ten powinien pozostawać w sta-



Rys. 1.

nie niskim do końca cyklu przetwarzania, także wyjście DO pozostaje w stanie niskim do końca tego cyklu. W tym czasie nie powinny być podawane żadne impulsy taktujące na wejście SCLK. Gdy zakończy się proces konwersji (EOC) i wartość cyfrowa jest

gotowa do odczytania, linia DO przechodzi w stan wysoki. Dane są odczytywane, poczynając od najstarszego bitu, ujemnym zboczem impulsów SCLK. Po 13 tych impulsach przetwornik jest całkowicie zczytany - mogą (ale nie muszą) być podane jeszcze cze-



Rys. 2.

ry impulsy taktujące. Sytuacja taka zachodzi wtedy, gdy chcemy operować słowami 16-bitowymi i pragniemy pozostałe 4 bity wypełnić zerami. MAX187 jest stosunkowo szybki. Cykl przetwarzania trwa 8,5µs, czytanie zajmuje $13 \times 0,25\mu s = 3,25\mu s$ a krótka przerwa na końcu trwa 0,5µs. Listing krótkiego programu obsługi, napisanego w QBASICu, przedstawiono na **rysunku 3**. Wynik pomiaru jest wyświetlany na ekranie monitora. Interpreter języka QBASIC stanowi element dołączany do systemu operacyjnego MS-DOS w wersjach 5.0 i 6.x.

```
maxwrite = &H378
maxread = maxwrite+1

WHILE 1
  OUT maxwrite, 128: REM CS high
  OUT maxwrite, 0: REM start conversion

  WHILE INP(maxread) AND 128 = 0: REM wait for EOC (input inverted!)
  WEND

  OUT maxwrite, 1: REM clock high, extra clock to start
  OUT maxwrite, 0: REM clock low
  total = 0
  FOR clocks = 11 TO 0 STEP -1
    OUT maxwrite, 1
    value = (NOT INP(maxread)) AND 128: REM inverted input!
    IF value <> 0 THEN total = (2 ^ clocks) + total
    OUT maxwrite, 0: REM next clock
  NEXT
  PRINT total
WEND
```

Rys. 3.

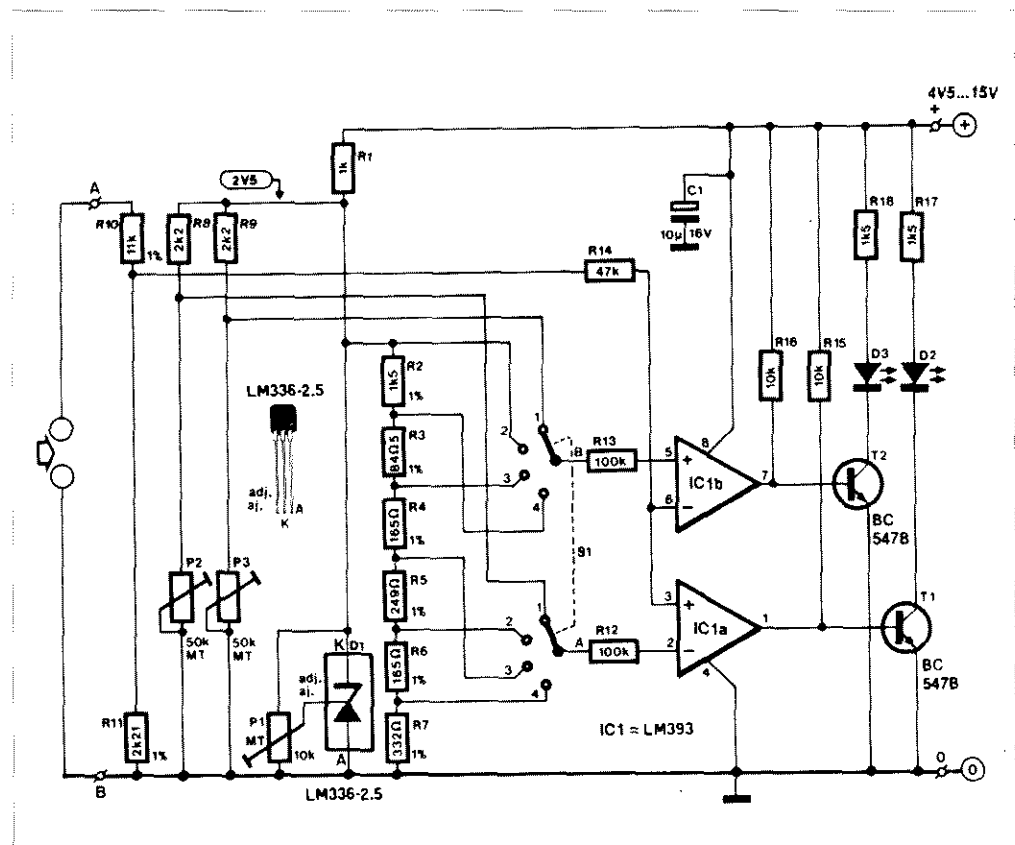


Przy pomocy proponowanego układu można w sposób ciągły nadzorować zachowanie się napięć zasilających lub dowolnych innych napięć stałych. Jest to szczególnie użyteczne w sytuacji, gdy multimetr musi być jednocześnie wykorzystywany do innych pomiarów. Przy pomocy małego dodatkowego układu jest

możliwe wywołanie alarmu (sygnał akustyczny) w przypadku odchylenia nadzorowanych napięć od zadanych wartości. Najistotniejszą część układu (**rysunek 1**) stanowią dwa komparatory IC1a i IC1b, które porównują napięcie przyłożone do zacisków A i B ze znanymi i dobrze zdefiniowanym napię-

ciem odniesienia. To napięcie odniesienia dostarcza precyzyjna dioda D1 wraz z dzielnikami napięcia R2...R7, R8/P2 i R9/P3. Gdy nadzorowane napięcie ma wartość zawartą w nastawionym przedziale, świecą oba LEDy D2 i D3. Gdy nadzorowane napięcie jest wyższe od górnej wartości nastawionego prze-

działu, wtedy świeci LED czerwony (D2), natomiast w przeciwnym wypadku, czyli gdy nadzorowane napięcie jest mniejsze od dolnej wartości nastawionego przedziału, świeci LED zielony (D3). Źródło napięcia odniesienia jest zasilane, podobnie jak normalna dioda Zenera, przez rezystor R1



Rys. 1.

Wykaz elementów

Rezystory

R1: 1kΩ
R2: 1,5kΩ/1%
R3: 84,5Ω/1%
R4, R6: 165Ω/1%
R5: 249Ω/1%
R7: 332Ω/1%
R8, R9: 2,2kΩ
R10: 11kΩ/1%
R11: 2,21kΩ/1%
R12, R13: 100kΩ
R14: 47kΩ
R15, R16: 10kΩ
R17, R18: 1,5kΩ
P1: 10kΩ, potencjometr wieloobrotowy, montażowy
P2: 50kΩ, potencjometr wieloobrotowy, montażowy

Kondensatory

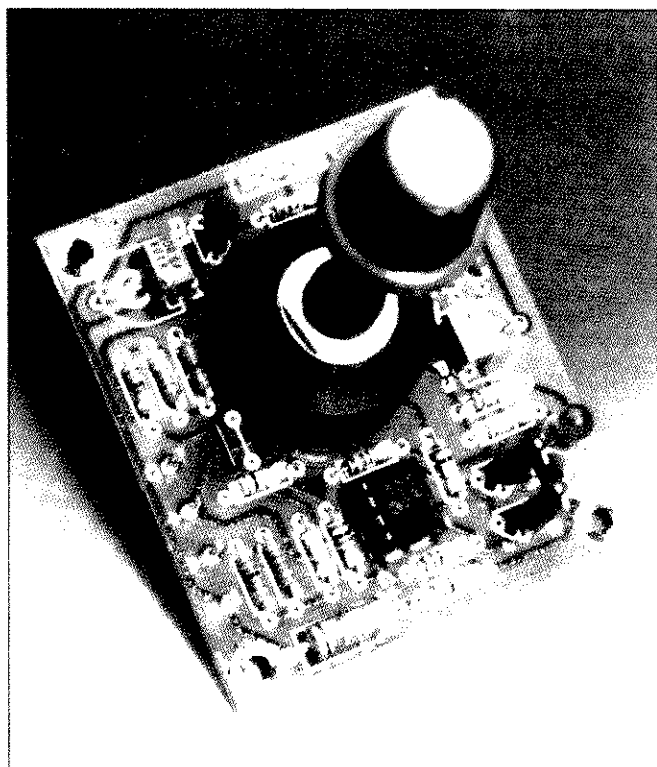
C1: 10µF/16V

Półprzewodniki

T1, T2: BC547B
D1: LM336-2,5
D2: LED czerwony
D3: LED zielony
IC1: LM393

Różne

S1: przełącznik do druku 6x3 (4x2)



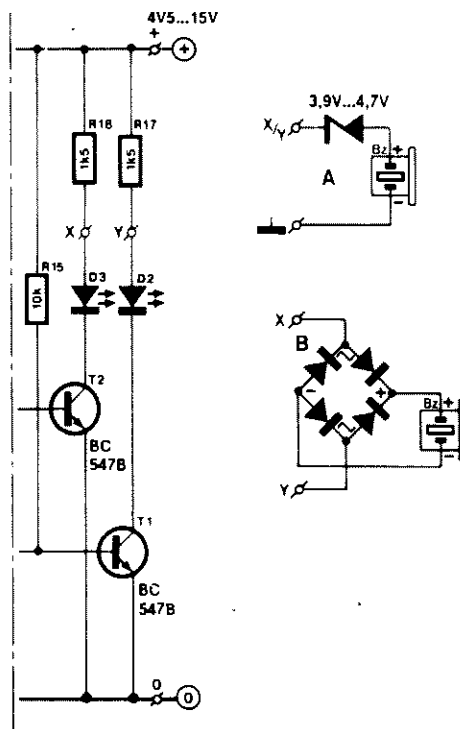
ograniczający prąd. Napięcie na diodzie referencyjnej jest nastawione dokładnie na 2,5V przy pomocy potencjometru P1. Dla trzech spośród czterech zakresów, wybieranych przełącznikiem S1, granice przedziału określa dzielnik R2...R7. Dla czwartego zakresu granice przedziału mogą być ustawione indywidualnie przy pomocy P2 i P3. W tabeli 1 podano wartości przedziału napięć dla poszczególnych zakresów. Zakresy 1...3 są dopasowane do zakresu napięć dopuszczalnych dla różnych rodzin scalonych układów cyfrowych.

Aby dopasować podawane na wejście napięcie do poziomu określonego przez wyżej omówione dzielniki, jest konieczne zastosowanie dzielnika R10/R11.

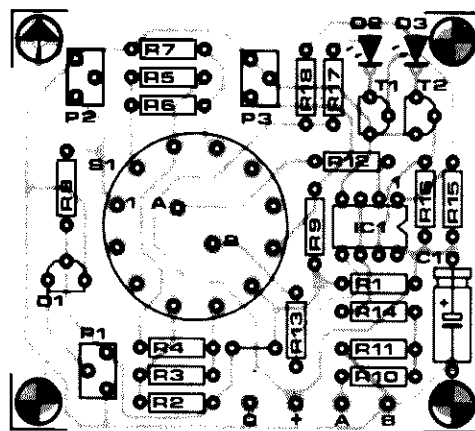
Na rysunku 2 pokazano sposób, w jaki można podłączyć dodatkowo sygnalizator akustyczny. Jako źródło dźwięku przewidziano brzęczyk piezoelektryczny na napięcie 5...12V z małym poborem prądu (1...3mA). Jeśli układ w wersji A podłączymy pomiędzy R18 a masę (punkt X), wtedy brzęczenie wystąpi wówczas, gdy napięcie wejściowe przewyższy górną granicę zakresu, czyli gdy zgaśnie zielony LED. Włączona szeregowo z brzęczykiem di-

oda Zenera eliminuje możliwość cichego brzęczenia przy świecących się diodzie LED (gdy T2 przewodzi). Jeśli układ A podłączymy do punktu Y, to brzęczyk alarmuje, gdy nadzorowane napięcie spadnie poniżej dolnego progu, czyli gdy zgaśnie czerwony LED. Z powyższego wynika, że aby można było rozróżnić stan nadzorowanego napięcia po wysokości tonu, są potrzebne dwa brzęczyki o różnym brzmieniu. Aby jednak ten problem był możliwy do rozwiązania za pomocą jednego brzęczyka, można zastosować układ B (z rysunku 2), kiedy brzęczyk zaopatrzony w prostownik mostkowy jest podłączony do punktów X i Y. Jeśli oba LEDy świecą, wtedy brzęczyk milczy - jeśli którykolwiek z nich zgaśnie, usłyszymy alarm.

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej pokazano na rysunku 3. Trzeba pamiętać o wlotowaniu zworek z drutu. Do zasilania naszego "nadzorcy" możemy zastosować dowolny wtyczkowy zasilacz sieciowy, który daje napięcie 4,5...15V. Pobór prądu jest mały - przy napięciu 9V wynosi ok. 30mA. Jedy-nym elementem wymagającym wstępnej regulacji jest potencjometr montażowy P1 - przy jego pomocy ustawiamy napięcie na diodzie referencyjnej na 2,500V



Rys. 2.



Rys. 3.

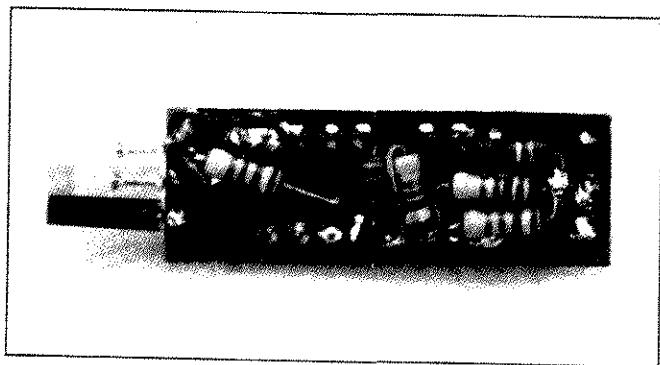
(dokładność multimetru jest wystarczająca). Do ustawiania zmiennych progów, przy pomocy P2 i P3, najlepiej posłużyć się zasilaczem regulowanym. Nastawiamy na nim pożądane napięcie górnego progu i manipulując P2 doprowadzamy do zgaś-

nięcia D2; analogicznie dla niższego rogu - manipulujemy P3 i doprowadzamy do zgaśnięcia A jako (+), zaś B jako (-) - unikniemy wtedy pomyłek przy podłączaniu "nadzorcy".

Tabela 1.

Pozycja przełącznika	Rodzina układów scalonych	Zakres napięć zasilania
1	HC/HCU	2,0...6,0V
2	HCT (TTL)	4,5...5,5V
3	4XXX (CMOS)	3,0...15,0V
4	ogólnie	regulowane (0...14V)

Miniaturowy wskaźnik napięcia akumulatora



Podobnie jak poziom paliwa, szybkość, ciśnienie oleju itd., w każdym samochodzie może być wskazywane także napięcie akumulatora. Stosowane powszechnie mierniki wskazówkowe są stosunkowo duże, a ponadto, w przypadku napięcia akumulatora dokładny odczyt jego wartości nie jest potrzebny. Ważna jest informacja, czy akumulator jest rozładowany, naładowany czy też przeladowany. Nie należy się dziwić, że przy uruchamianiu rozrusznika napięcie na zaciskach akumulatora spada, ale jeśli po dłuższej szybkiej jeździe jest ono ciągle za małe, albo przy niskich obrotach silnika - za duże, to oznacza, że mamy do czynienia z istotną usterką pokładowego układu elektrycznego. Aby sprawdzić napięcie ładowania wystarczy wskaźnik, który pokaże, czy znajduje się ono w pożądanym przedziale, czy też jest za niskie lub za wysokie.

Na **rysunku 1** pokazano mały, ale skuteczny układ wskaźnika napięcia. Składa się on z tylko jednego układu scalonego, kilku rezystorów i trzech LEDów. Całość mieści się na małej płytce drukowanej (**rysunek 2**), która może być zainstalowana np. we wtyczce wkładanej do gniazda zapalniczki.

Co to za układ scalony ten TCA965? Zawiera on kompletny komparator okienkowy z dwoma lub trzema wyjściami, w zależności od tego, czy chce się zrealizować wskazanie wewnątrz lub na zewnątrz

okna czy też wskazanie pod progiem, w oknie, nad progiem. Położenie okna można zadać napięciami na wejściach U LIMIT i L LIMIT. Mierzone napięcie akumulatora jest doprowadzone na wejście W CENTER. Napięcie podane na wejście H WINDOW określa histerezę dla obu progów określających położenie i szerokość okna. Aby nastawy były niezależne od napięcia zasilania (w naszym przypadku od napięcia akumulatora), układ scalony TCA965 jest wyposażony w dwa wewnętrzne źródła napięć odniesienia - my wukorzystujemy wyjście z napięciem 6,0V. Napięcie akumulatora jest dzielone przez cztery w dzielniku R1/R2. Wszystkie podane wartości napięć powinny być pomnożone przez ten czynnik, aby odpowiadały rzeczywistej sytuacji panującej na zaciskach akumulatora. Dla przyjętych wartości rezystorów ilustruje to tabela. Aby pomimo histerezy LEDy nie migotały pod wpływem zakłóceń, zastosowano kondensator filtrujący C1.

Poszczególne elementy układu muszą być instalowane

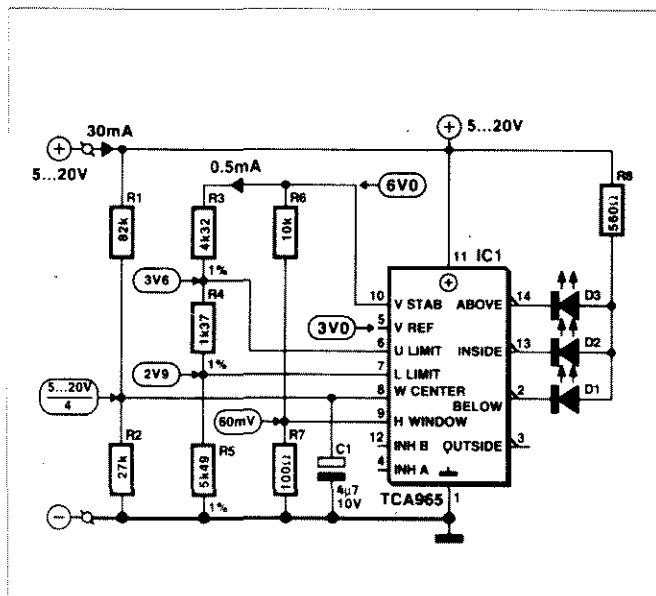
Tabela 1.

Dla napięcia wzrastającego:

0...11,66V	D1 świeci
11,66...14,46	D2 świeci
11,46...20V	D3 świeci

Dla napięcia malejącego:

20...14,34V	D3 świeci
14,34...11,54	D2 świeci
11,54...0V	D1 świeci



Rys. 1.

w określonej kolejności - w przeciwnym wypadku układ może nie zmieścić się we wtyczce. Zaczynamy od elementów C1, R1, R4 i IC1, które powinny znaleźć się na górnej stronie płytki (na stronie elementów). Należy używać możliwie mało cyny i bardzo krótko obcinać wyprowadzenia.

Z kolei skracamy wyprowadzenia LEDów do ok. 5mm i przylutowujemy je po przeciwnej stronie płytki (po stronie druku - rysunek 2). Teraz nadszedł czas na wlutowanie sześciu rezystorów - także po stronie druku. Jeden koniec R8 przewlekamy przez płytkę i na stronie elementów łączymy z trzema wolnymi końcami

Wykaz elementów

Rezystory

- R1: 82kΩ
- R2: 27kΩ
- R3: 4,32kΩ/1%
- R4: 1,37kΩ/1%
- R5: 5,49kΩ/1%
- R6: 10kΩ
- R7: 100Ω
- R8: 560Ω

Kondensator

- C1: 4,7μF/10V, tantalowy

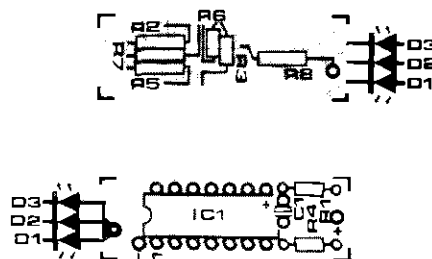
Półprzewodniki

- D1: LED żółty
- D2: LED zielony
- D3: LED czerwony
- IC1: TCA965

Uwaga: wszystkie diody LED prostokątne 2,5x5mm

Różne

wtyczka do gniazda zapalniczki



Rys. 3.

LEDów. Drugi koniec R8 przy-
lutowujemy po stronie druku do
końcówki 11 układu scalonego.
Następnie, w podanej kolej-
ności, montujemy R7, R2, R5,
R6 i R3. Przy tak ciasnym
montażu istnieje duża szansa
wystąpienia nieoczekiwanych
zwarć. Gdy płytka jest już cał-
kowicie obsadzona elementa-

mi, należy kolejny raz dokład-
nie sprawdzić, czy nie ma
zwarć, po czym przy pomocy
nastawianego zasilacza wy-
próbować jej działanie. Jeśli
wszystko jest w porządku,
płytkę należy zaizolować lakie-
rem wodoodpornym lub, jesz-
cze lepiej, zalać we wtyczce
syntetyczną żywicą. Oczywiście,

przedtem należy wykonać
połączenie układu z wtyczką,
zwracając szczególną uwagę
na fakt, aby metalowe elemen-
ty wtyczki nie zwarzyły się
z płytką (szczególnie narażo-
ne na to są wyprowadzenia
układu scalonego). Pobór prądu jest zależny, prak-
tycznie biorąc, tylko od zasto-

sowanych LEDów i wynosi ok.
30mA (przy napięciu akumula-
tora 12V). Podobny układ moż-
na oczywiście zmontować rów-
nież na większej, wygodniej-
szej płytce i zastosować do
innych celów. Tak uniwersalny
układ scalony daje szerokie
pole dla własnej inwencji kon-
struktora.

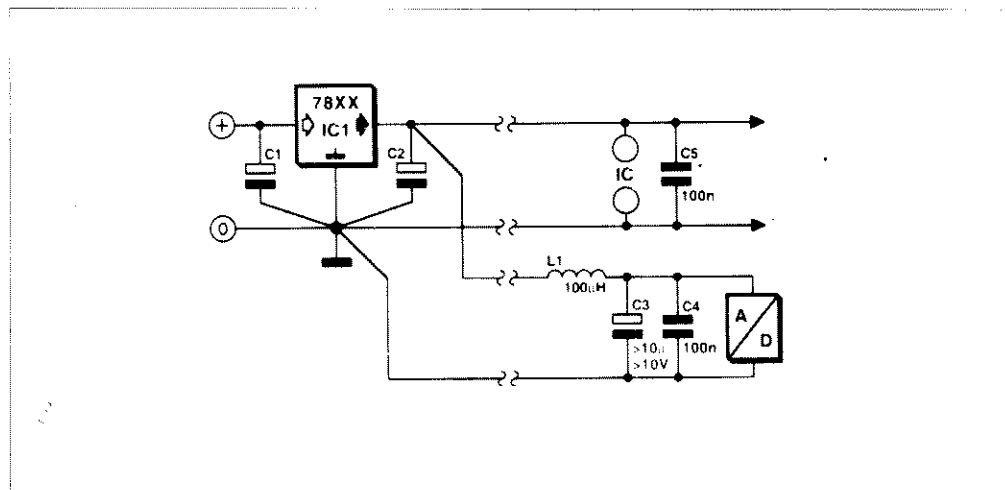
Odsprężenie

Urządzeniom elektronicznym
stawia się ciągle coraz wyższe
wymagania w zakresie szyb-
kości i dokładności. Przy okazji
często zapomina się o tym, że
dobre odsprężenie zasilania
i sygnałów jest warunkiem
osiągnięcia pożądanej jakości.
Z tego punktu widzenia szcze-
gólnie wymagające są szybkie
układy scalone. Odsprężenie
powinno być realizowane za-
wsze przy pomocy możliwie naj-
krótszych połączeń z wyprowa-
dzeniami zasilania układu scalo-
nego. Należy się liczyć dosłown-
ie z każdym milimetrem!

Wspomniane wyprowadzenia
najczęściej leżą na przeciwnych
końcach obudowy kostki. Jako
regulę można przyjąć, że pod-
wojenie odległości pomiędzy od-
sprężanymi punktami, np. ze
względu na rozmieszczenie
ścieżek płytki drukowanej, pro-
wadzi także do podwojenia am-
plitudy wahań napięcia. Nie jest
to mało!

Najlepszym rozwiązaniem, ale
niestety najdroższym, jest za-
stosowanie podstawek z wbu-
dowanym kondensatorem od-
sprężającym.

W przypadku normalnej pod-
stawki można osiągnąć niemal
identyczny efekt, jeśli przylutuje
się kondensator odsprężający
bezpośrednio do końcówek za-
silania układu scalonego. Tak wlu-
towany kondensator nie odpo-
wiada co prawda obecnym wy-
obrażeniom o "czystości" mon-
tażu, ale jest bardzo skuteczny.
Dla układów z rodziny TTL (tak-
że HC i HCT) dobrą pojemno-
ścią kondensatora odsprężają-
cego jest 100nF na każdą kost-
kę. Niektórzy producenci oferują
specjalne kondensatory odspręż-
ające - np. seria kondensato-
rów Sibatit firmy Siemens.



Dla częstotliwości powyżej
50MHz kondensator o małej po-
jemności (np. 10nF), dołączony
równolegle do kondensatora
100nF, daje bardzo dobre wyniki.
Dla tych dodatkowych kondensa-
torów warunek krótkich doprowa-
dzeń jest jeszcze ważniejszy.
Problem odsprężania często wy-
stępuje wtedy, gdy układ składa
się z części analogowej i cyfro-
wej, a część analogowa (np.
przetwornik A/C) musi być szcze-
gólnie dobrze odsprężona. Naj-
lepszym rozwiązaniem jest od-
dzielne zasilanie dla obu części,
jednak przeciw temu przemawiają
koszty i zajęcie dodatkowej po-
wierzchni na płytce.

Jeśli zatem z powyższych
względów zostanie zastosowa-
ny wspólny zasilacz, wówczas
najlepszym rozwiązaniem bę-
dzie oddzielne doprowadzenie
zasilania do części analogowej
bezpośrednio od wyjścia stabili-
zatora. Dotyczy to nie tylko do-
prowadzenia dodatniego napię-
cia, ale także przewodu lub
ścieżki masy. Należy zdecydo-
wać unikać wspólnych linii za-
silania i mas dla części analo-

gowej i cyfrowej.

Skuteczność oddzielnych linii
zasilania można jeszcze po-
większyć przez włączenie w li-
nię zasilania napięciem dodat-
nim małego rezystora lub induk-
cyjności (jak na rysunku). Cew-
ka L1 zatrzymuje przepływ za-
kłóceń od części cyfrowej do
analogowej. Za indukcyjnością
linię zasilania należy znowu
dobrze zablokować.

Przy okazji należy zdawać sobie
sprawę, że indukcyjność i kon-
densator tworzą obwód rezo-
nansowy, który może doprowa-
dzić do niepożądanych efektów.
I tak, przy kombinacji pojem-
ności i indukcyjności np.
100µH i 100nF (notabene kom-
binacji całkiem sensownej) mo-

gą pojawić się nieoczekiwane
przykrości. Problemu tego moż-
na uniknąć, jeśli znacznie po-
większy się pojemność (C3)
i stłumi dobroć Q przez mały
rezystor włączony szeregowo
z indukcyjnością. Przy kombi-
nacji 100µH i 10µF w praktyce
nie pojawiają się żadne problemy.
Kondensator elektrolityczny C3
jest włączony równolegle kon-
densatora 100nF, który nadal
jest niezbędny. Jako L1 można
zastosować miniaturowy dławik
w formie rezystora: jeśli opor-
ność tej indukcyjności będzie
wynosiła 1Ω...2Ω, to jednocze-
śnie będzie spełniony warunek
dodatkowego tłumienia obwodu
rezonansowego.

SCHEMATY
I INSTRUKCJE SERWISOWE do
TV VIDEO HIFI itp.

oraz części i podzespoły elektroniczne
Okolo 200 tys. pozycji. Sprzedaż wysyłkowa.

KLAR PSP 74-320 Barlinek,
ul. Chopina 11a, tel/fax 61-974

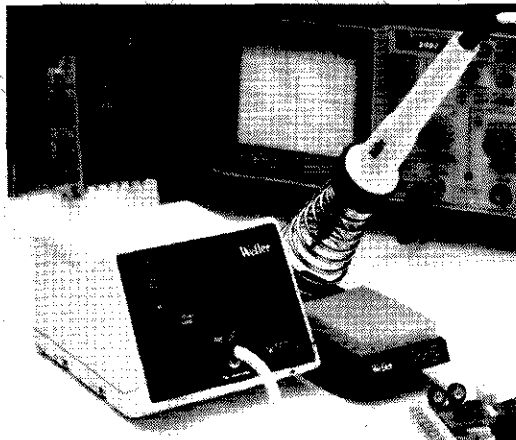
Weller®

AVT OFERUJE

STACJE LUTOWNICZE



WECP-20 540zł
Lutownica 50W, transformator 24V, regulacja temperatury do 450°C, podstawka.



WTCP-S 403zł
Lutownica TCP-S, transformator 24V, podstawka KH-2.

LUTOWNICE



LP-21 anti-static 269zł
Miniaturowa lutownica 24V, 50W.
Groty 16zł



Subminiaturowa
lutownica
o mocy 25W,
temp. grota 410°C

SPI-27C 230V

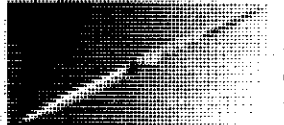
81zł



Subminiaturowa
lutownica o mocy
15W
temp. grota 360°C

SPI-16C 230V

87zł

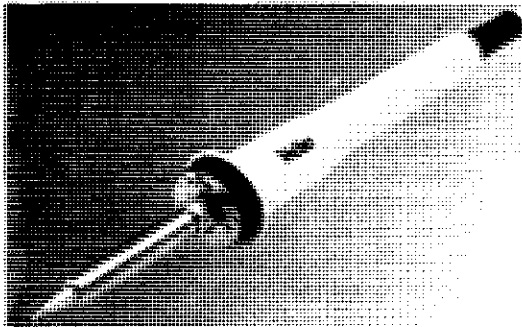


Subminiaturowa
lutownica
o mocy 15W,
temp. grota 360°C

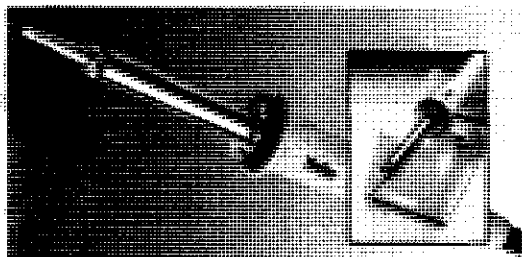
SPI-15 24V

79zł

Groty proste/zgięte do serii SPI 8,5zł



W-61 188zł
Lutownica 230V, 50W z automatyczną kontrolą temperatury grota, grót long-life.
Groty 14zł



TCP-S 185zł
Lutownica 24V, 50W kabel 3 żyły(silikon), grót long-life

Groty 12zł

PODANE CENY NIE ZAWIERAJĄ VAT-u (22%).

Sprzedaż wysyłkowa oraz w sklepach firmowych AVT

Tytuł artykułu	Kod	Cena w zł
Tester PC (płytki + 6341)	EE 2/94	930128+ 180.-
Hygrometr cyfrowy (płytki + EPROM 6301)	EE 2/94	P-930104+ 70.-
Mini przedwzmacniacz	EE 2/94	930106 140.-
Ładowarka ogniw NiCd z mikrokontrolerem (płytki + zaprogramowany µC ST62E15)	EE 2/94	P-920162+ 79.-
Wskaźnik widma sygnału	EE 2/94	920151 65.-
Woltomierz wartości skutecznej m.cz.	EE 3/94	930108 62.50
Alfanumeryczny wyświetlacz IC (płytki z dyskieta 1851)	EE 3/94	930044+ 71.-
Tester MOSFETów mocy	EE 3/94	930107 162.-
UART sterowany mikrosterownikiem	EE 3/94	930073 23.-
4-krotny przetwornik C/A dla PC	EE 3/94	930040 120.-
Eliminator blokady kopii (płytki + 6321)	EE 4/94	930098+ 235.-
Wzmacniacz harmonicznych	EE 4/94	930025 70.-
RS232/Centronics - konwerter	EE 4/94	930134 71.50
Sampler do Amigi	EE 4/94	P-920074 7.-
Jednoplekowy komputer 80C535	EE 4/94	P-924046 16.-
Konwerter 950...1750MHz	EE 4/94	P-UPBS1 6.-
Automatyczny częstotliwościomierz cyfrowy	EE 4/94	930034 62.50
Linijowy miernik temperatury	EE 4/94	P-920150 8.-
Programator PIC (płytki + 7161)	EE 5/94	940048+ 290.-
U2400B - ładowarka akumulatorów NiCd	EE 5/94	P-920098 11.-
Sygnalizacja siecią energetyczną - cz. 1 odbiornik	EE 5/94	940021-1 46.-
Zegar MINI-MICRO	EE 5/94	930055 37.-
Wzmacniacz słuchawkowy	EE 6/94	P-940016 16.-
Inteligentny kasownik pamięci EPROM	EE 6/94	P-940058-1 9.50
Sygnalizacja siecią energetyczną, cz. 2 - nadajnik (płytki + dyskieta 1911 + EPROM 6371)	EE 6/94	940021-2+ 153.-
Tuner TV VHF/UHF, cz. 2	EE 6/94	930064+ 263.-
Różnicowa sonda oscyloskopowa	EE 6/94	940018 37.50
Lampa stroboskopowa	EE 6/94	P-940022 16.50
Monitor kanałów MIDI	EE 6/94	P-930059 11.-
Ściemniacz do oświetlenia halogenowego	EE 6/94	P-940034 4.50
Wzmacniacz mocy High-End 100W		
- płytki układu pomocniczego	EE 7/94	930039 64.-
- płytki główna wzmacniacza	EE 7/94	920135-1 187.-
- płytki układu zabezpieczającego	EE 7/94	920135-2 76.-
Korektor cyfrowych sygnałów audio	EE 7/94	920169 70.-
Płytki rozszerzenia do 80C535	EE 7/94	940025+ 95.-
Sprzęż. małej mocy TTL-RS232	EE 7/94	P-920127 3.-
Układ sterujący dostępem do wspólnej drukarki	EE 7/94	P-920011 14.-
Cyfrowa skala częstotliwości do odbiorników KF	EE 7/94	P-920161 16.-
Karta z procesorem 68HC11	EE 8/94	930123 34.-
Tani miernik pojemności	EE 8/94	P-UPBS-1 6.-
Optyczny sygnalizator dzwonka	EE 8/94	P-944080-1 5.-
Adapter pamięci 1MB SIMM	EE 8/94	944094-1 75.-
Końcówka mocy audio	EE 8/94	P-944075-1 12.-
Monokarta 80C451	EE 8/94	944069-1 75.-
Miernik zużycia paliwa do silników z wtryskiem	EE 8/94	940045 29.-
Emulator pamięci EPROM	EE 9/94	P-910082 18.-
Zegar ciemniowy	EE 9/94	P-886100 7.-
Wzmacniacz do gitary (3 płytki)	EE 10/94	P-UPBS-1 18.-
Pedał ekspresji MIDI (płytki z EPROMem 946635)	EE 10/94	P-940019+ 135.-
Odwapniacz wody	EE 10/94	P-944011-1 5.-
Interfejs Centronics - i/O	EE 10/94	P-944067-1 15.-
Eksperymentalna płytki PIC	EE 10/94	P-944105-1 29.-
Miernik pojemności	EE 11/94	P-900012 9.50
Stabilny przetwornik napięcia	EE 11/94	P-940079-1 2.50
Kieszonkowy falomierz	EE 11/94	P-886071 2.50
Miniaturowy częstotściomierz	EE 12/94	940051-1 36.-
Ładowarka akumulatorów samochodowych	EE 12/94	940063 31.-
Samochodowy wzmacniacz audio (cz. 1)	EE 12/94	940078-1 56.-
Monitor linii telewizyjnych	EE 12/94	940065+ 106.-
Krzemowy dysk	EE1/95	940085-C+ 240.-
Tester pilotów zdalnego sterowania	EE1/95	940084-1 32.50
Przełączany zasilacz napięcia zmiennego	EE1/95	934004 32.50
Zintegrowany wzmacniacz audio	EE1/95	936062-1 47.50
		936062-2 141.50
Obrotomierz	EE1/95	940045-1 30.-
		940068-1 27.50
Nadajnik kodu RC5	EE1/95	944106-C+ 65.-
Przetwornik napięcia 1--->3 fazy (płytki + GAL + EPROM)	EE2/95	940077-C+ 422.-
Samochodowy wzmacniacz audio, cz. 3	EE2/95	940078-2 242.-
Zasilacz odporny na zakłócenia w.cz.	EE2/95	940054-1 72.-
Kit wprowadzający do isp (płytki + oprogramowanie)	EE2/95	940093-C+ 172.-
Multiplexer MIDI	EE2/95	930101 120.-
Karta diagnostyczna POST (płytki + GAL1 + GAL2)	EE2/95	950008-C+ 234.-
Mini-przetwornik C/A audio	EE3/95	940099-1 104.30
Ściemniacz sterowany podczerwienią	EE3/95	940109 69.40
Generator efektów świetlnych	EE3/95	940100 46.-
Uruchamianie systemów z 8031/8051 (pl. + dysk.)	EE3/95	940117C+ 106.30
Procesor Surround	EE4/95	950012-1 168.75
Samochodowy wzmacniacz audio o mocy 30W	EE4/95	950024 85.50
Automatyczny timer do oświetlenia	EE4/95	940098-1 96.-
X86C64-EEPROM, który sam się programuje	EE4/95	940116-1 74.-
Regulator szybkości silników indukcyjnych	EE4/95	940095-1 67.50
Generator funkcji na procesorze DSP (płytki + dyskieta + EPROM)	EE5/95	950014-C 440.-

Tytuł artykułu	Kod	Cena w zł
Przełącznik sterowany telefonicznie (płytki + PIC)	EE5/95	950010-C 198.-
Analizator MIDI (płytki + EPROM)	EE5/95	940020-C 308.-
Tester jakości ogniw NiCd (płytki + ST62T15)	EE5/95	950051-C 227.-
Programowany generator przebiegów sinusoidalnych (płytki + dyskieta)	EE5/95	950004-C 175.50

Dyskiety

Karta przetwornika obrazu TV do PC (24-bitowe rozszerzenie koloru)	EE 1/93	1831 60.-
Karta opto-przełącznikowa IC	EE 1/93	1631 45.-
	EE 1/93	1821 32.-
Precyzyjny zegar do komputera	EE 3/93	1871 41.-
Multimetr o rozmytej logice	EE 3/93	1721 30.-
Alfanumeryczny wyświetlacz IC	EE 3/94	1851 34.-
Jednoplekowy komputer 80C535	EE 4/94	
Kurs asemblera 8051/8032 - wersja IBM		1661 35.-
Kurs asemblera 8051/8032 - wersja Atari		1681 35.-
Kurs asemblera 80C535	EE 5/94	1811 40.-
Sygnalizacja siecią energetyczną	EE 6/94	1911 45.-
Płytki rozszerzenia do 80C535	EE 7/94	1941 45.-
Emulator pamięci EPROM	EE 9/94	129 33.-
Kurs programowania mikrokontrolerów PIC	EE 11/94	946196-1 90.-
Nadajnik kodu RC5	EE1/95	946199-1 49.-
Kit wprowadzający do isp	EE2/95	946204-1 78.-
Uruchamianie systemów z 8031/8051	EE3/95	946099-1 82.50
Generator funkcji na procesorze DSP	EE5/95	
dyskieta		955001-1 166.50
podręcznik do programu Windows		950014-1 67.50
Programowany generator przebiegów sinusoidalnych	EE5/95	956005-1 110.-

EPROMy, mikrosterowniki, PALE, GALE

Wielofunkcyjny częstotściomierz 1.2GHz (1x27C256)	EE 1/93	6141 53.-
Zegar MAXI-MICRO (zegar z budzikiem)	EE 1/93	7081 58.-
Zegar MAXI-MICRO (zegar ciemniowy)	EE 1/93	7091 58.-
Zegar MAXI-MICRO (zegar kuchenny)	EE 1/93	7101 58.-
Hygrometr cyfrowy (1x2764)	EE 2/94	6301 48.-
Mikrosterownik 535 z emulatorem EPROMu (1xPAL + 1xGAL)	EE 2/94	6311 105.-
Ładowarka ogniw NiCd z mikrokontrolerem (1xST62E15)	EE 2/94	7071 50.-
Tester IC (1xGAL6001)	EE 2/94	6341 150.-
Dekoder systemu radiowego (RDS) (1x27C64)	EE 3/94	6331 75.-
4-krotny przetwornik C/A dla komputerów PC (1xGAL)	EE 3/94	6251 49.-
UART sterowany mikrosterownikiem (1xST62T10)	EE 3/94	7151 88.-
Eliminator blokady kopii (1xGAL16V8 + 1xMACH110)	EE 4/94	6321 212.50
Jednoplekowy komputer 80C535	EE 4/94	
Monitor EMON51 - kurs asemblera (1x27256 + dyskieta 1661)		6061 99.-
Monitor EMON51 - kurs asemblera (1x27256 + dyskieta 1681)		6091 99.-
Programator PIC (1xPIC17C42 + dyskieta)	EE 5/94	7161 265.-
Kurs asemblera 80C535 (EPROM EMON52 + dyskieta 1811)	EE 5/94	6221 79.-
Zegar MINI-MICRO - budzik	EE 5/94	7111 58.-
Zegar MINI-MICRO - zegar ciemniowy	EE 5/94	7121 58.-
Zegar MINI-MICRO - minutnik kuchenny	EE 5/94	7131 58.-
Sygnalizacja siecią energetyczną, cz. 2 - nadajnik (1x27C64)	EE 6/94	6371 68.-
Tuner TV VHF/UHF (1x87C51)	EE 6/94	7141 128.-
Bufor do drukarki 1...4MB (1x27C64)	EE 10/94	6041 75.-
Pedał ekspresji MIDI (1x27C64)	EE 10/94	946635 65.-
Monitor linii telewizyjnych (1xPIC16C54)	EE 12/94	946443-1 81.-
Krzemowy dysk (1x27256)	EE1/95	946641-1 120.-
Przetwornik napięcia 1--->3 fazy	EE2/95	
GAL		946640-1 98.-
EPROM		946640-2 126.-
Karta diagnostyczna POST	EE2/95	
PIC-1		946669-1 88.-
PIC-2		946669-2 104.-
Generator funkcji na procesorze DSP (EPROM 27C512)	EE5/95	956501-1 119.-
Przełącznik sterowany telefonicznie (PIC16C54)	EE5/95	946642-1 157.50
Analizator MIDI (EPROM)	EE5/95	956507-1 150.-
Tester jakości ogniw NiCd (ST62T15)	EE5/95	956506-1 164.-

Folie płyt czołowych

Wielofunkcyjny częstotściomierz 1.2GHz	EE 1/93	920095-F 56.-
Zasilacz-tester	EE 3/93	930033-F 75.-
Woltomierz wartości skutecznej m.cz.	EE 3/94	930108-F 69.-

1. Reklamy ramkowe (blankiet zamówienia w każdym numerze Elektora Elektronika). Reklamy są drukowane w formie graficznej przysyłanej przez Zamawiającego lub opracowanej przez redakcję (gratis). Ceny dla szeregu ramek o standardowych wymiarach są podane niżej w tabeli.

2. Reklamy w międzynarodowych wydaniach Elektora - redakcja EE przyjmuje również ogłoszenia do publikacji w międzynarodowych wydaniach Elektora. Przykładowe ceny za 1 stronę ogłoszenia w poszczególnych wersjach językowych:

angielska - 767 funtów

niemiecka - 4.980 DM

francuska - 7.000 FF.

3. Wrzutki do Elektora Elektronika - warunki do uzgodnienia

Powierzchnia	Format szer. x wys. [mm]	Strona cz.b. cena w zł. (bez VAT)
1/24 strony	56 x 30	82,00
1/12 strony	56 x 64 116 x 30	150,00
1/8 strony	176 x 30 86 x 64	216,00
1/6 strony	56 x 132	275,00
1/4 strony	86 x 132 41 x 260	370,00
1/3 strony	56 x 260	520,00
1/2 strony	176 x 132	670,00
cała strona	176 x 268	1.120,00

II i III strona okładki (kolor) 2.000,-

1/2 II i III strony okładki (kolor) 1.200,-

1/4 II i III strony okładki (kolor) 800,-

IV strona okładki (kolor) 3.000,-

Rabat dla powtórzeń:

4...6 razy 10%

7...11 razy 20%

12 i więcej razy 30%

Przenumerata

Drogi Czytelniku!

Przyjmujemy zamówienia na prenumeratę miesięczników: **Elektronika Praktyczna (EP)**, **Elektor Elektronik (EE)**, **Software (SW)**, **Od radio do audio (RA)** oraz dwumiesięcznika **Układy Scalone - Katalog Aktualności (USKA)**. Dla miesięczników **EP**, **EE**, **SW** i **RA** proponujemy dwie możliwości:

1. **prenumeratę roczną** (12 numerów),

2. **prenumeratę półroczną** (6 numerów).

Przenumerata jest przyjmowana od najbliższego numeru po otrzymaniu przelewu przez wydawnictwo. Należy koniecznie **zaznaczyć, czy jest to kontynuacja prenumeraty, czy też pierwsza wpłata**, aby uniknąć podwójnej wysyłki.

Dla dwumiesięcznika **USKA** proponujemy tylko prenumeratę roczną, na 6 numerów wydawanych w roku 1995 (łącznie z numerami już wydanymi), przy czym można dokonać wyboru dowolnych tytułów spośród 4 serii tematycznych tego biuletynu.

W cenę prenumeraty jest wliczony koszt przesyłki.

Aby zaprenumerować jedno z naszych czasopism (lub kilka jednocześnie) należy wpłacić odpowiednią kwotę (wyliczoną za pomocą tabelki na przekazie) na nasze konto bankowe. Najlepiej skorzystać z zamieszczonego niżej przekazu. Ponieważ docierający do nas odcinek przekazu jest traktowany jako zamówienie, prosimy o bardzo wyraźne napisanie **DRUKOWANYMI LITERAMI** na wszystkich odcinkach przekazu: imienia, nazwiska i dokładnego adresu z kodem pocztowym. Prosimy o dokładne wypełnienie obu stron przekazu. Gwarantujemy wysłanie wszystkich zamówionych i opłaconych numerów bez konieczności dopłaty, gdy wzrośnie cena pisma.

UWAGA! Na tych samych blankietach można również dokonać wpłaty na zakup numerów archiwalnych **EP** (kompletne roczniki 1993 i 1994 lub dowolne numery) i **EE** (kompletny rocznik 1994 lub dowolne numery). Należy wyraźnie wpisać numery zamawianych pism i wpłacić kwotę równą ilości zamawianych egzemplarzy x cena (2,80 zł dla EP/93, 3,20 zł dla EP1,2,3,4/94, 3,60 zł dla EP5/94 i dalszych, 4,20 zł dla EE).

PRENUMERATA ZAGRANICZNA

pism

"Elektronika Praktyczna", "Elektor Elektronik"

oraz

biuletynu "Układy Scalone - Katalog Aktualności"

Ceny prenumeraty zagranicznej (w markach niemieckich):

	"Elektronika Praktyczna"	"Elektor Elektronik"
- roczna	48DM	56DM
- półroczna	30DM	35DM
- "USKA" - komplet czterech zeszytów:		
- roczna	168DM	

Aby zaprenumerować któreś z naszych czasopism, należy wpłacić odpowiednią kwotę na konto:

AVT-Korporacja Sp. z o.o.,

ul. Prosta 69, 00-838 Warszawa

Bank PKO BP XV O/W-wa, Al. Jerozolimskie 7

00-950 Warszawa

Nr konta 1658-196657-136

SWIFT CODE

BPKO PL PW

Prosimy o wyraźne zaznaczenie, czy jest to prenumerata roczna, czy półroczna, oraz o napisanie miesiąca rozpoczęcia prenumeraty. Do ceny prenumeraty należy doliczyć koszty przesyłki pocztowej:

- Europa - 3DM za 1 egz.

- Ameryka Pn, Pd, Afryka, Azja - 8DM za 1 egz.

- Australia - 14 DM za 1 egz.

Elektronika Praktyczna

<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
<input type="checkbox"/> roczna	3,7 zł x 12 = 44,4 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	3,9 zł x 6 = 23,4 zł

Elektronika Praktyczna

<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
<input type="checkbox"/> roczna	3,7 zł x 12 = 44,4 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	3,9 zł x 6 = 23,4 zł

Elektronika Praktyczna

<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
<input type="checkbox"/> roczna	3,7 zł x 12 = 44,4 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	3,9 zł x 6 = 23,4 zł

Elektor Elektronik

<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
<input type="checkbox"/> roczna	4,0 zł x 12 = 48,0 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	4,2 zł x 6 = 25,2 zł

Elektor Elektronik

<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
<input type="checkbox"/> roczna	4,0 zł x 12 = 48,0 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	4,2 zł x 6 = 25,2 zł

Elektor Elektronik

<input type="checkbox"/> po raz pierwszy	<input type="checkbox"/> kontynuacja
<input type="checkbox"/> roczna	4,0 zł x 12 = 48,0 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	4,2 zł x 6 = 25,2 zł

Software

<input type="checkbox"/> roczna	3,2 zł x 12 = 38,4 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	3,5 zł x 6 = 21,0 zł
<input type="checkbox"/> roczna + dyskietka	8,3 zł x 12 = 99,6 zł
<input type="checkbox"/> półroczna + dyskietka	9,5 zł x 6 = 57,0 zł

Software

<input type="checkbox"/> roczna	3,2 zł x 12 = 38,4 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	3,5 zł x 6 = 21,0 zł
<input type="checkbox"/> roczna + dyskietka	8,3 zł x 12 = 99,6 zł
<input type="checkbox"/> półroczna + dyskietka	9,5 zł x 6 = 57,0 zł

Software

<input type="checkbox"/> roczna	3,2 zł x 12 = 38,4 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	3,5 zł x 6 = 21,0 zł
<input type="checkbox"/> roczna + dyskietka	8,3 zł x 12 = 99,6 zł
<input type="checkbox"/> półroczna + dyskietka	9,5 zł x 6 = 57,0 zł

Od radio do audio

<input type="checkbox"/> roczna	3,4 zł x 12 = 40,8 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	3,6 zł x 6 = 21,6 zł

Od radio do audio

<input type="checkbox"/> roczna	3,4 zł x 12 = 40,8 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	3,6 zł x 6 = 21,6 zł

Od radio do audio

<input type="checkbox"/> roczna	3,4 zł x 12 = 40,8 zł
<input type="checkbox"/> półroczna	3,6 zł x 6 = 21,6 zł

USKA nr 1..695

<input type="checkbox"/> RTV i AV	4,6 zł x 6 = 27,6 zł
<input type="checkbox"/> Analogowe	4,6 zł x 6 = 27,6 zł
<input type="checkbox"/> Cyfrowe	4,6 zł x 6 = 27,6 zł
<input type="checkbox"/> µC	4,6 zł x 6 = 27,6 zł

USKA nr 1..695

<input type="checkbox"/> RTV i AV	4,6 zł x 6 = 27,6 zł
<input type="checkbox"/> Analogowe	4,6 zł x 6 = 27,6 zł
<input type="checkbox"/> Cyfrowe	4,6 zł x 6 = 27,6 zł
<input type="checkbox"/> µC	4,6 zł x 6 = 27,6 zł

USKA nr 1..695

<input type="checkbox"/> RTV i AV	4,6 zł x 6 = 27,6 zł
<input type="checkbox"/> Analogowe	4,6 zł x 6 = 27,6 zł
<input type="checkbox"/> Cyfrowe	4,6 zł x 6 = 27,6 zł
<input type="checkbox"/> µC	4,6 zł x 6 = 27,6 zł

Przedpłata

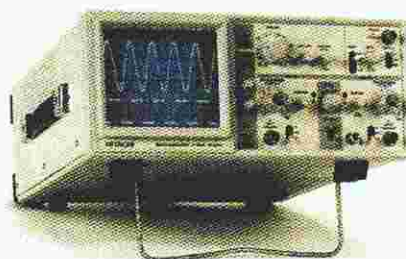
Przedpłata

Przedpłata

01-703 WARSZAWA, ul. Gąbińska 24
Sprzedaż: ul. Szegedyńska 13A (budynki hotelu AGORA -
tel./fax: (0-22) 34-44-27 800 metrów od Wolności)

OSCYSKOPY

HITACHI (Japonia)...



**Oscyloskop analogowy
Real-time 20MHz
V-252**

2 identyczne kanały
2 ślady
pasmo 20MHz
17,5ns/dz
ekran: 8 x 10cm
cena **2 475,- zł**



**Oscyloskop analogowy
Real-time 50MHz
V-552**

2 identyczne kanały
2 ślady
pasmo 50MHz
7,0ns/dz
kursor
tłumik 1:5000
ekran: 8 x 10cm
cena **4 475,- zł**



REWELACJA!

**Uniwersalne
przenośne oscyloskopy
cyfrowe
V-54xx
z kolorowym ekranem LCD
V-5410**
2 identyczne kanały
pasmo 20MHz
interface RS232c
1 Centronics
pamięć 10 x 2KB
cena **8 660,- zł**
V-5430
dane j/w
pasmo 50MHz
pamięć 100 x 2KB
cena **14 060,- zł**



**Oscyloskop
analogowo-cyfrowy
100MHz
V-6145**

pasmo 100MHz
2 + 2 identyczne kanały
interpolacja liniowa
interpolacja sinusoidalna

Sondy do oscyloskopów HITACHI

AT-10AR	50MHz, 10:1, GND Ref., 1,5m	cena 145,- zł
AT-10AK	50MHz, 10:1/1:1, 1,5m	cena 250,- zł
AT-10AS	100MHz, 10:1, GND Ref., 1,5m	cena 370,- zł
AT-10AP	100MHz, 10:1/1:1, 1,5m	cena 383,- zł

częstościomierz 20Hz, 100MHz, kursor do pomiaru różnicy napięć, czasu, częstotliwości
interface RS232c sterowanie ploterem HP-GL
cena **21 700,- zł**

... i RIMEDA (Litwa)



**Amatorski - serwisowy
C1-94 Saga**

Pasmo przenoszenia: 0...10MHz
Czułość: 5mV/dz...5V/dz
Odchylenie poziome: 0,1µs/dz...50ms/dz
Ekran: 40 x 60mm
Wymiary: 120x190x300mm
Masa: 3,5kg
cena: **285,- zł**

Serwisowy z multimetrem C1-112A

Pasmo: 0...10MHz
Czułość: 5mV/dz...5V/dz
Odcn. poz.: 0,05µs/dz...50ms/dz
Multimetr: 4 cyfry
2,5, 25, 250, 1000V
2,5, 25, 250, 2500k
Ekran: 40 x 60mm
Wymiary: 120x190x300mm
Masa: 3,5kg
cena: **350,- zł**



Dwustrumieniowy czterokanałowy C1-115/1

Pasmo - 50MHz, czułość - 5mV/dz...5V/dz, odchylenie - 5ns/dz...50ms/dz
Interface IEC625 Bus Ekran 100 x 120mm, masa - 15kg
cena **1 330,- zł**

Uniwersalny dwukanałowy C1-118A

Pasmo - 20MHz, czułość - 5mV/dz...5V/dz, odchylenie - 0,02µs/dz...50ms/dz
Maksymalna amplituda - 40V/DC, 250V/AC, masa - 5kg
cena **352,- zł**

Profesjonalny czterokanałowy C1-122/1

Pasmo - 100MHz, czułość - 5mV/dz...5V/dz, Display alfanumeryczny
Ekran 100 x 120mm, masa - 22kg, wymiary - 228x343x616mm
cena **1 480,- zł**

Dwukanałowa przystawka analizatora sygnałów do C1-115/1 i C1-122/1 - IA45-122

DC: 10MHz, 0,5mV/dz...5mV/dz, Impedancja wejściowa - 50Ω
cena **620,- zł**

Serwisowy dwukanałowy z pamięcią cyfrową C1-131

Pasmo - 20MHz, czułość - 2mV/dz...10V/dz, Pamięć cyfrowa 1024x8 lub 2x512x8
Tryb "rejestratora", dyskretyzacja 1MHz, Ekran 60x80mm, masa 4,5kg
cena **830,- zł**

Laboratoryjny z pamięcią C8-21/1

Pasmo - 100MHz, czułość - 5mV/dz...5V/dz, Czas zapamiętywania regulowany
płynnie w zakresie 1µs...30s, Wymiary 228x349x621mm, masa 25,5kg
cena **1 950,- zł**

Kompleksowy system pomiarowy K2-52A

W skład zestawu wchodzi oscyloskop C1-122 oraz bloki: wskaźników i zasilania, wzmacniacza, woltomierza uniwersalnego, pamięci cyfrowej, pomiarowy i podstawy czasu
cena **2 700,- zł**

Gwarancja 12 miesięcy. Zapewniony serwis.

Oscyloskopy są sprzedawane w sklepach firmowych AVT:

Warszawa, ul. Graniczna 4 (przy Pl. Grzybowskim), tel. 24-96-18, **Olsztyn**, Pl. Pułaskiego 6, tel. 27-44-37,

Kraków, ul. Limanowskiego 27. AVT prowadzi również sprzedaż wysyłkową:

- oscyloskopy o wadze do 15kg są wysyłane za zaliczeniem pocztowym z doliczeniem kosztów przesyłki (20,- zł + 1% ceny oscyloskopu);

- oscyloskopy o wadze ponad 15kg są wysyłane przez SERVISCO na koszt kupującego.

Zamówienia listowne należy składać na adres: 01-900 Warszawa 118, skr. poczt. 72.

CENY NIE ZAWIERAJĄ PODATKU VAT (22%).